

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

YAYLADAĞI SULAMA GÖLETİ (HATAY) SUYUNUN
FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ

EKREM MUTLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTAKYA

TEMMUZ - 2004

Mustafa Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Yrd. Doç. Dr. A. Yalçın TEPE danışmanlığında, Ekrem MUTLU tarafından hazırlanan bu çalışma 02/07/2004 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Yrd. Doç. Dr. A. Yalçın TEPE

İmza.....

Üye : Prof. Dr. İhsan AKYURT

İmza.....

Üye : Doç. Dr. Mustafa TÜRKMEN

İmza.....

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

Kod No: 187

İmza

02/07/2004

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Abdurrahman YİĞİT



Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
ÖNSÖZ.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VIII
1.GİRİŞ.....	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1.Su Kalitesi Kriterleri.....	4
2.1.1.Su Sıcaklığı.....	4
2.1.2.Çözünmüş Oksijen.....	6
2.1.3.pH.....	9
2.1.4.Toplam Sertlik.....	11
2.1.5. Toplam Alkanite.....	12
2.1.6.Amonyak.....	14
2.1.7.Nitrit.....	16
2.1.8.Nitrat.....	17
2.1.9.Toplam Fosfor.....	17
2.1.10.Tuzluluk.....	19
2.1.11.Sülfat.....	21

3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3.1.Materyal.....	23
3.1.1.Araştırma Yeri.....	23
3.1.1.Araştırma Alanında ve Laboratuvarda Kullanılan Cihazlar ve Malzemeler.....	24
3.1.2.1.Arazi Çalışmalarında Kullanılan Cihazlar ve Malzemeler.....	24
3.2.Yöntem	25
3.2.1.Saha Çalışması	25
3.2.1.1.Araştırma İstasyonları	26
3.2.2.Laboratuvar Çalışması..	29
3.2.2.1.Su Örneklerinin Fiziksel Özelliğinin Tayini.....	29
3.2.2.2.Su Örneklerinin Kimyasal Özelliklerinin Tayini.....	29
4.ARAŞTIRMA BULGULARI.....	31
4.1.Yayladağı Sulama Göleti'nin Fiziksel Özelliğine Ait Sonuçlar.....	31
4.1.1.Su Sıcaklığı.....	31
4.2.Yayladağı Sulama Göleti'nin Kimyasal Özelliklerine Ait Özellikler.....	31
4.2.1.Çözünmüş Oksijen.....	31
4.2.2.pH.....	32
4.2.3.Toplam Sertlik.....	33
4.2.4.Toplam Alkanite.....	34
4.2.5.Nitrit.....	34
4.2.6.Nitrat.....	35
4.2.7.Amonyak.....	35

4.2.8.Fosfat.....	36
4.2.9.Tuzluluk.....	37
4.2.10.Sülfat.....	37
5.TARTIŞMA.....	39
KAYNAKLAR.....	42
ÖZGEÇMİŞ.....	46
TEŞEKKÜR.....	46

4.2.8.Fosfat.....	36
4.2.9.Tuzluluk.....	37
4.2.10.Sülfat.....	37
5.TARTIŞMA.....	39
KAYNAKLAR.....	42
ÖZGEÇMİŞ.....	46
TEŞEKKÜR.....	46

ÖZET

YAYLADAĞI SULAMA GÖLETİ (HATAY) SUYUNUN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Yayladağı Sulama Göleti (Hatay)'ın bazı fiziksel ve kimyasal su kalite parametrelerinin saptanması amacıyla yürütülen bu çalışmada iki istasyon belirlenmiştir. Bu istasyonlardan biri Yayladağı Sulama Göleti Merkezi, diğeri ise göleti besleyen tek su kaynağı olan Kureyşi Deresi'nin gölete girdiği yerdir. Nisan 2003 – Mart 2004 tarihleri arasında bir yıllık sürede her ay bir kez olmak üzere iki istasyondan alınan su örneklerinden sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, toplam sertlik, toplam alkanite, toplam amonyak, nitrit nitrat, fosfat, tuzluluk ve sülfat parametrelerinin analizi yapılmıştır. Bu parametrelerin mevsimlere ve istasyonlara bağlı değişimleri incelenmiştir.

En yüksek ortalama çözünmüş oksijen değeri (10,50 mg/L) Mart ayında 1. İstasyonda, ortalama en düşük oksijen değeri (6,62 mg/L) Ağustos ayında 2. istasyonda saptanmıştır. Gölet suyuna ait en yüksek pH değeri (8,77) Ağustos ayında 1. istasyonda belirlenmiştir. Gölet suyu, toplam sertlik derecesine göre (171 mg/L CaCO₃) sert sular sınıfına, toplam alkanite derecesine göre ise (171 mg/L CaCO₃) orta düzey alkali sınıfına girmektedir. Amonyak tozu konsantrasyonu en düşük (0,019 mg/L) Temmuz ayında, en yüksek değeri (0,198 mg/L) Aralık ayında saptanmıştır. Nitrit konsantrasyonu da Ağustos ayında en düşük (0,0015 mg/L) iken, en yüksek değer (0,029 mg/L) Ocak ayında saptanmıştır. Nitrat konsantrasyonu da Ağustos ayında düşük (6,1 mg/L) iken en yüksek değer (9,0 mg/L) Ocak ayında tespit edilmiştir. Toplam fosfat konsantrasyonu yaz aylarında her iki istasyonda da artışa geçmiş en yüksek değer (0,0095 mg/L) Ağustos ayında saptanmıştır. Tuzluluk tatlı sularda beklendiği gibi yıl boyunca değişmeyip, her iki istasyonda da 0,1 – 0,2 ppt olarak ölçülmüştür. Toplam sülfat konsantrasyonu en yüksek değeri (164,5 mg/L) Ekim ayında saptanmıştır.

Gölet suyu ölçülen fiziksel ve kimyasal parametre değerlerine göre, göletin reaktif kullanımı için kabul edilebilir standartlar içinde olduğu ve yıl boyunca ılık su balıkları yetiştiriciliğine, 15 Temmuz – 15 Eylül tarihleri arasında sıcak su balıkları yetiştiriciliğine uygun olduğu sonucunu göstermiştir.

2004, 45 sayfa

Anahtar Kelimeler: Hatay, Yayladağı Sulama Göleti, Kureyşi Deresi, Su Kalite Parametreleri.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF
YAYLADAĞI IRRIGATION LAKE

Two stations were selected to determine some physical and chemical parameters of Yayladağı Irrigation Lake in this study. One of these station was central of Yayladağı Irrigation Lake, and the other was entrance of Kureyşi Creek into Lake which was only water source feeding the Lake. Taking montly water sample from two stations for a period of a year between April 2003 and March 2004, Dissolved oxygen, pH, total hardness, total alkalinity, total ammonia, nitrite nitrate, phospate, salinity and sulphate analysis were done. Changes in those parameters according to seasons and stations were investigated.

Maximum average dissolved oxygen value (10.50 mg/L) was accured in March, minimum dissolved oxygen value (6.62 mg/L) was determined in August. Maximum pH value of the lake (8.77) was determined in August. Lake water, with its total hardness value (171 mg/L as CaCO₃) classified as hard water, according to total alkalinity value (171 mg/L as CaCO₃) classified as medium alkaline water. Minimum ammonia nitrogen concentration (0.019 mg/L) was in July, and the maximum was in December (0.198 mg/L). Nitrite concentration İn August (0.0015 mg/L) while maximum was in January (0.029 mg/L). Nitrate concentaration was minimum in August (6.1 mg/L) and maximum in January (9.0 mg/L). Total phosphorous concentration began to increase in both station by summer months and the maximum value (0.0095 mg/L) were determined in August. Salinity did not chngange during the year, as expected from freshwater, and stayed at 0.1-0.2 ppt in both station. Total sulphate value reached its maximum value in October (164.5 mg/L). According to measured physical and chemical parameteres of Lake water, it is concluded that Lake is in acceptable reactive usage standarts and suitable for warmwater fish culture between 15 July – 15 September and also suitable coldwater fish culture in spring, autumn and winter months.

2004, 45 pages

Key Words: Hatay, Yayladağı Irrigation Gate, Kureyşi Creek, Water Quality Parameters..

III

ÖNSÖZ

Su kalitesi, suyun etkin kullanımını etkileyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerden oluşur. Su ürünleri yetiştiriciliğindeki başarıda su kalitesinin bilinmesinin önemi büyüktür. Çünkü suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri, yetiştiriciliği yapılan türlerin hayatta kalması, üremesi ve büyümesiyle doğrudan doğruya ilişki içindedir. Gerek tatlı sularda gerekse de denizlerde ve tarla balıkçılığında, suyun amaca uygun olup olmadığı fiziksel ve kimyasal parametrelerin iyi bir şekilde analiz edilmesiyle mümkündür.

Yayladağı Sulama Göleti (Hatay) suyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelenmesinin yapıldığı bu araştırmada, Yayladağı Sulama Göleti'nde bundan sonra yürütülecek su kalitesiyle ilgili çalışmalarda kullanılmak üzere bir veri tabanı oluşturulması ve gölette yapılacak balıklandırma çalışmalarına ışık tutulması amaçlanmıştır.

IV

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1.	Hatay ilinde bulunan göl ve göletlerin yüzölçümü ve su hacmi....	2
Çizelge 2.1.	Suyun değişik sıcaklıklarda yoğunluk ve çözünmüş oksijen içeriği.....	5
Çizelge 2.2.	Tatlı sularda çözünebilir oksijen ile yükseklik arasındaki ilişki.....	6
Çizelge 2.3.	Bir atmosferlik basınçta, saf sudaki oksijenin sıcaklığa bağlı çözünlüğü.....	7
Çizelge 2.4.	Çeşitli klorür derişimleri ve sıcaklık derecelerinde suyun oksijen doygunluk dereceleri (O_2 g/m ³).....	8
Çizelge 2.5.	Bir gölde kafeste balık türleri için (yaz ve kış) en yüksek çözünmüş oksijen değerleri (mg/L).....	9
Çizelge 2.6.	Su canlılarının yetiştirilmesi ile ilişkili pH değerleri.....	10
Çizelge 2.7.	Yetiştiriciliği yapılan balık türlerinin pH istekleri.....	11
Çizelge 2.8.	Kalsiyum karbonat içeriklerine göre sular sınıflandırılması.....	12
Çizelge 2.9.	Alkali ortamların balıklara etkisi.....	14
Çizelge 2.10.	Bazı balıkların yetiştiriciliğinde amonyak için sınır değerler.....	15
Çizelge 2.11.	Kirlilik durumuna göre sularda fosfor miktarları.....	18
Çizelge 2.12.	Göllere için tolere edilebilir fosfor yükleri.....	19
Çizelge 2.13.	Yetiştiriciliği yapılan balıkların tuzluluğa azami toleransları.....	21

Çizelge 3.1.	Yayladağı sulama göleti bölgesine ait ortalama sıcaklık, nispi nem ve yağış miktarının ortalama değerleri.....	24
Çizelge 3.2.	Yayladağı sulama göletinde seçilen istasyonlar ve seçilme amacı.....	26
Çizelge 4.1.	İstasyonların yıllık ortalama su kalite parametre değerleri.....	38

VI

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Dolesseria sanguinea'nın %0,33 – 35 formu ile %0,16 – 22 formunun görünümü.....	20
Şekil 3.1. Yayladağı sulama göleti ve çalışma istasyonları yer haritası.....	23
Şekil 3.2. Araştırma alanının görünümü.....	27
Şekil 3.3. Kureyşi deresinin gölete girdiği 2 nolu istasyon.....	28
Şekil 3.4. Yayladağı sulama göletindeki 1 nolu istasyon.....	29
Şekil 3.5. Yayladağı sulama göletinin genel görünüşü.....	28
Şekil 4.1. Yayladağı sulama göletinde 2003-2004 yılı su sıcaklık değerlerinin ($^{\circ}$ C) olarak aylara göre değişimi.....	31
Şekil 4.2. Yayladağı sulama göletinde 2003-2004 yılı çözünmüş oksijen değerlerinin (mg/L) olarak aylara göre değişimi.....	32
Şekil 4.3. Yayladağı sulama göletinde 2003-2004 yılı pH değerlerinin olarak aylara göre değişimi.....	32
Şekil 4.4. Yayladağı sulama göletinde 2003-2004 yılı toplam sertlik değerlerinin (mg/L CaCO ₃) olarak aylara göre değişimi.....	33
Şekil 4.5. Yayladağı sulama göletinde 2003-2004 yılı toplam alkalinite değerlerinin (mg/L CaCO ₃) olarak aylara göre değişimi.....	34
Şekil 4.6. Yayladağı sulama göletinde 2003-2004 yılı nitrit değerlerinin (mg/L) olarak aylara göre değişimi.....	34
Şekil 4.7. Yayladağı sulama göletinde 2003-2004 yılı nitrat değerlerinin (mg/L) olarak aylara göre değişimi.....	35
Şekil 4.8. Yayladağı sulama göletinde 2003-2004 yılı amonyak değerlerinin (mg/L) olarak aylara göre değişimi.....	36

VII

- Şekil 4.9. Yayladağı sulama göletinde 2003-2004 yılı fosfat değerlerinin (mg/L) olarak aylara göre değişimi..... 37
- Şekil 4.10. Yayladağı sulama göletinde 2003-2004 yılı sülfat değerlerinin (mg/L) olarak aylara göre değişimi..... 38

VIII

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BaCl ₂	Baryum Klorür
Ba SO ₄	Baryum Sülfat
Ca ⁺²	Kalsiyum
CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat
Cl ⁻	Klor
CO ₃ ⁻²	Karbonat
HCO ₃ ⁻	Bikarbonat
H ₂ S	Hidrojen Sülfür
H ₂ SO ₄	Sülfürikasit
Mg ⁺²	Magnezyum
Na ⁺	Sodyum
NaOH	Sodyum hidroksit
NH ₃	Amonyak
NH ₄ ⁺	Amonyum
NO ₂ ⁻	Nitrit
NO ₃ ⁻	Nitrat
OH ⁻	Hidroksit
S	Sülfür
SO ₄	Sülfat

1. GİRİŞ

Hızla artmakta olan dünya nüfusunun beslenmesinde yetersiz kalmaya başlayan karasal tarım ürünlerinin dışında en güvenilir ve en zengin besin kaynağını su ürünleri oluşturmaktadır. Ekilebilir tarım alanlarının sınırlı olması, insanları tarım alanları dışında yeni besin kaynakları arayışına sokmuştur. Yeni besin kaynakları arasında en önemli alternatifi deniz ve iç sulardaki su ürünleri oluşturmaktadır (ŞEN ve TOPRAK, 1995).

Su ürünleri hem çok çeşitli olmalarıyla tüketicinin besinsel ihtiyaçlarını (protein, karbonhidrat, yağ v.s.) karşılayan, hem de fiyatlarının çok çeşitlilik göstermesiyle tüketici bakımından oldukça ekonomik gıda kaynağıdır.

Beslenme ve özellikle dengeli beslenmenin bilincinde olan milletler, hayvansal protein kaynaklarını daha da zenginleştirmek deniz ve iç sulardan optimal düzeyde yararlanmanın yollarını artırmak için yatırım yapmaktadır (CİRİK ve CİRİK, 1999).

Nüfus artışının hızlı olduğu ülkemizde de yakın bir gelecekte, şimdikinden daha fazla besine gereksinim duyulacağı bir gerçektir. Bu anlamda, ülkemiz insanların iyi beslenmesi, sınırlı olan karasal besin kaynaklarının kontrollü kullanılmasına ve yeni arayışlar içerisine girilmesine bağlı görünmektedir.

Ülkemiz, 178.000 km uzunluğunda 36 adet akarsu, yaklaşık 9000 km² alanda 200'den fazla doğal göl, 15500 hektar alanında 1000 adet gölet, 227.621 hektar alanında 142 baraj gölü ve üç tarafı denizlerle çevrili oluşuyla, geniş iç su kaynakları olan, su ürünleri açısından şanslı bir ülkedir (CİRİK ve CİRİK, 1999).

Günümüzde, ülkemizde su kaynaklarının değerlendirilmesi, geliştirilmesi ve modern tarıma yönlendirilmesi için baraj gölleri ve göletleri yapılmaktadır (FOYRAP, 1992).

Göletler, tarımsal sulama dışında, hayvanlar için içme suyu sağlanması, sel sularının kontrol edilmesi, balık yetiştiriciliği yapılması, yerleşim yerleri için içme ve kullanma suyu sağlanması, rekasyon alanları oluşturulması, yerleşim yerlerinde

olabilecek yangınların söndürülmesi için yeterli su biriktirilmesi gibi amaçlar için yapılabilmektedir (KARABATAN, 1976).

Hatay ilinde 1 adet tabii göl, 5 adet sulama amaçlı inşaa edilen suni gölet bulunmaktadır. Bu göletler Çizelge 1.1'de gösterilmiştir (ANONİM, 2001).

Çizelge 1.1. Hatay ilinde bulunan göl ve göletlerin yüzölçümü ve su hacmi (ANONİM, 2001).

Sıra No	İLÇESİ	GÖL VEYA GÖLETİN ADI	YÜZÖLÇÜMÜ (KM ²)	SU HACMİ (MİLYON M ³)
1	YAYLADAĞ	Yayladağı Barajı Sulama Göleti	065	7.55
2	YAYLADAĞ	Görentaş Sulama Göleti	031	3.05
3	ANTAKYA	Yarseli Barajı Sulama Göleti	3.98	54.5
4	SAMANDAĞ	Karamanlı Sulama Göleti	022	2.1
5	BELEN	Topboğazı Sulama Göleti	010	1
6	KIRIKHAN	Gölbaşı Doğal Su Gölü	12	8

Sularda meydana gelen kirlenmeyi ve etkilerini belirleme çabalarında su kalitesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan değerlendirilmesi hususları önemli bir olgudur. Çünkü suyun o anki durumu hakkında bilgi vermektedir (BARLAS, 1995; KAZANCI ve ark. 1997).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde de, su kalitesinin iyi bilinmesi gerekir. Çünkü suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri, yetiştiriciliği yapılan türlerin hayatta kalması, üremesi, büyümesi ile doğrudan doğruya ilişki içindedir (BOYD, 1990). Gerek göl, gölet ve akarsularda gerekse de denizlerde ve tarla balıkçılığında suyun amaca uygun olup olmadığı, fiziksel ve kimyasal parametrelerin iyi bir şekilde analiz edilmesiyle mümkündür (TEPE and BOYD, 2002).

Bu araştırmanın yapıldığı Yayladağı Sulama Göleti sulama, içme suyu, rekreasyon ve balık üretim amaçlı kullanımı açısından su kalitesi parametrelerinin belirlenmesi önem taşımaktadır.

Bu araştırmada, bir tanesi gölet merkezinden, diğeri gölete tek akıntısı olan Kureyi Deresi'nin girişinden olmak üzere 2 istasyondan alınan su örnekleri, fiziksel ve kimyasal yönden incelenerek belirlenen değerlerin aylara ve istasyonlara bağı olarak değişimleri incelenmiş; Yayladağı Sulama Göleti'nde bundan sonra yürütülecek su kalitesiyle ilgili çalışmalarda kullanılmak üzere bir veri tabanı oluşturulması ve gölette yapılacak balıklandırma çalışmalarına ışık tutulması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Su Kalitesi Kriterleri:

Su kalitesi, suyun etkin kullanımını etkileyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerden oluşur. Su ürünleri yetiştiriciliğindeki başarıda su kriterlerinin önemi büyüktür. Çünkü suyun kalitesi balıkların yaşama, üreme, gelişme ve yönetimini doğrudan etkiler. Su kalitesini oluşturan parametrelerden önemli olanlarını ve nasıl kontrol altında tutabileceklerini bilen yetiştiriciler, mevcut su kaynaklarını değerlendirecek, çevresel koşulları iyileştirecek, hastalık ve parazit gibi verimi düşüren etkenlerden kaçınacak, tüm şartlar eşit olduğunda da birim alandan en fazla verimi alacaklardır (BOYD and TUCKER, 1998).

2.1.1. Su Sıcaklığı (°C)

Su sıcaklığı, suyun kimyasal reaksiyon hızları ile akuatik yaşam ve bu suyun faydalı kullanımlar için uygunluğu üzerine etkili olduğundan önemli bir parametredir. Su sıcaklığı, oksijen miktarını, gazların emilme oranını, balığın metabolizma hızını ve patojenik organizmaların hayat potansiyelini etkilediğinden, diğer çevre faktörlerinden daha fazla önem arz eder (BOYD, 1990).

Su sıcaklığı büyüme ve gelişim üzerine direk etkilidir. Uygun olmayan su sıcaklığı koşulları balıkların büyümesini geriletir, larvalar yem alamaz ya da beslenemez veya larvalar yumurtadan zamanından önce veya daha sonra çıkar (AYDIN, 1995).

Su ortamında, birçok tür hayatta kalabilmekte ve geniş bir sıcaklık aralığı içerisinde üreyebilmektedir. Ancak maksimum. büyüme ve gelişme için sıcaklık aralığı oldukça dardır (ROWLAND, 1986). Örnek verecek olursak Alabalıklar (Salmonidler) 0 °C ile 25 °C arasında yaşayabilmekte olup, yetiştiricilikte tercih edilen su sıcaklığı 16 °C'dir (GÖKSU, 2003).

Su sıcaklığı, kimyasal ve biyokimyasal olayların hızı üzerinde etkisi fazladır. Su sıcaklığındaki 10 °C'lik bir artış kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonların hızının iki misli artışına sebep olur. Ayrıca 30 °C su sıcaklığında bulunan su ürünlerinin oksijen

ihtiyaçları 20 °C su sıcaklığında yaşayanlarınkinden iki kat daha fazladır (MONCRIEF and JONES, 1977).

Su sıcaklığından, çözünmüş oksijen miktarı etkilendiği gibi suyun yoğunluğu da etkilenmektedir. Suyun en yoğun hali + 4 °C sıcaklıktadır. Bu hal dışında, su sıcaklığı arttıkça suyun yoğunluğu azalmakta, sıcaklık azaldıkça suyun yoğunluğu artmaktadır. Buna göre; soğuk sular, sıcak sulara göre daha yoğundur (Çizelge 2.1.) (GÖKSU, 2003).

Çizelge 2.1. Suyun değişik sıcaklıklarda yoğunluk ve çözünmüş oksijen içeriği (GÖKSU, 2003).

SICAKLIK (°C)	YOĞUNLUK	ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN (mg/L)
0	0.99987	14.6
4	1.00000	13.1
5	0.99999	12.8
10	0.99973	11.3
15	0.99913	10.2
20	0.99823	9.2
25	0.99707	8.4
30	0.99567	7.6
35	0.99406	7.1
40	0.99224	6.6

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 ve 25 °C'nin üzerinde yaşayanlar; ılıman su balıkları olarak adlandırılır. İliman su balıklarının oksijen ihtiyaçları, soğuk su balıklarının oksijen ihtiyaçlarından daha fazladır. İliman sulara karışan kirletici maddelerin parçalanması, soğuk sulara göre daha hızlı olacağından, oksijenin daha hızlı tüketimine sebep olur (ATAY ve PULATSÜ, 2000).

2.1.2. Çözünmüş Oksijen

Oksijen, göllerde su kadar önemli bir temel madde ve değişken nesnedir. (ERENÇİN ve KÖKSAL, 1981) Göllerdeki su ürünleri üretiminde su kalitesini etkileyen önemli faktörlerden biri de çözünmüş oksijendir (DHENOUPPT and BOYD, 1994).

Atmosferik oksijenin su da çözünebilirliği, suyun sıcaklığına, tuzluluğuna ve atmosferik basınca bağlı olarak değişir (Çizelge 2.1.) (AKYURT, 1993).

Çizelge 2.2. Tatlı sularda çözünebilir oksijen ile yükseklik arasındaki ilişki (AKYURT, 1993).

YÜKSEKLİK, m	OKSİJEN, mg / L
0	8.4
500	7.9
1000	7.4
1500	7.0
2000	6.6
2500	6.2
3000	5.8

Çizelge 2.3.'de görüleceği üzere atmosferik oksijenin suda çözünebilirliği atmosfer basıncı ile doğru, yükseklikle ters ilişkilidir.

Aynı atmosfer basıncı altındaki sularda oksijenin çözünebilirliği suyun sıcaklığı artıkça azalır (Çizelge 2.3.) (COLE, 1983).

Çizelge 2.3. Bir atmosferik basınçta, saf sudaki oksijenin sıcaklığa bağlı çözünürlüğü (COLE, 1983)

°C	mg / L	°C	Mg / L	°C	mg / L
0	14.62	12	10.78	24	8.42
1	14.22	13	10.54	25	8.26
2	13.83	14	10.31	26	8.11
3	13.46	15	10.08	27	7.97
4	13.11	16	9.87	28	7.83
5	12.77	17	9.66	29	7.69
6	12.45	18	9.47	30	7.56
7	12.14	19	9.28	31	7.43
8	11.84	20	9.09	32	7.30
9	11.56	21	8.91	33	7.18
10	11.29	22	8.74	34	7.06
11	11.03	23	8.58	35	6.95

Çözünmüş oksijen, suyun ekolojik kararlılığının ve aktivitesinin çok önemli bir ölçütünü oluşturur. Yaz aylarında sıcaklığın artmasıyla oksijen konsantrasyonunda azalma, buna karşın kış aylarında sıcaklığın azalmasıyla artma gerçekleşir (KOCATAŞ, 1986).

Çözünmüş oksijen sucul yaşam için son derece gerekli bir bileşen olduğu kadar biyokimyasal oksidasyonlar için de gereklidir. Örneğin; sediment solunumu, organik maddelerin ayrışması ve amonyumun, nitrate indirgenmesi için çözünmüş oksijen gereksinimi, balığın türüne, aktivitesine, su sıcaklığına ve beslenme durumuna göre değişir. Tatlı sularda sucul yaşam için en az 5 mg / L çözünmüş oksijen olmalıdır (ATAY ve PULATSÜ, 2000).

Oksijenin çözünebilirliği suyun tuz derişimi ile ters bir ilişki içinde olup, tuzluluk artıka çözünmüş oksijen miktarı azalır (TEPE ve MUTLU, 2004).

Suda oksijenin çözünlüğüne etkileyen faktörlerden biri de, çözünmüş haldeki tuzlardır. Farklı klorür yoğunluklarına bağlı olarak sudaki oksijen doymuşluk derecesinin sıcaklığa bağlı değişimi (Çizelge 2.3.) (LAWSON, 1995).

Çizelge 2.4. Çeşitli klorür değişimleri ve sıcaklık derecelerinde suyun oksijen doymuşluk dereceleri ($\text{g O}_2 / \text{m}^3$) (LAWSON, 1995).

Sıcaklık (°C)	Klorür değişimleri mg / l				
	0	5000	10000	15000	20000
0	14.62	13.79	12.97	12.14	11.32
1	14.23	13.41	12.61	11.82	11.03
2	13.84	13.05	12.28	11.52	10.76
3	13.48	12.72	11.98	11.24	10.50
4	13.13	12.41	11.69	10.97	10.25
5	12.80	12.09	11.39	10.70	10.01
6	12.48	11.79	11.12	10.45	9.78
7	12.17	11.51	10.85	10.21	9.57
8	11.87	11.24	10.61	9.98	9.36
9	11.59	10.97	10.36	9.76	9.17
10	11.33	10.73	10.13	9.55	8.89
11	11.08	10.49	9.92	9.35	8.80
12	10.83	10.28	9.72	9.17	8.62
13	10.60	10.05	9.52	8.98	8.46
14	10.37	9.85	9.32	8.80	8.30
15	10.15	9.65	9.14	8.63	8.14
16	9.95	9.46	8.96	8.47	7.99
17	9.47	9.26	8.78	8.30	7.84
18	8.54	9.07	8.62	8.15	7.70
19	9.35	8.80	8.45	8.00	7.56
20	9.17	8.73	8.30	7.86	7.42
21	8.99	8.57	8.14	7.71	7.28
22	8.83	8.42	7.99	7.57	7.14
23	8.68	8.27	7.85	7.43	7.00
24	8.53	8.12	7.71	7.30	6.87
25	8.38	7.90	7.56	7.15	6.74
26	8.22	7.81	7.42	7.02	6.61
27	8.07	7.67	7.28	6.88	6.49
28	7.92	7.53	7.14	6.75	6.37
29	7.77	7.39	7.00	6.62	6.25
30	7.63	7.25	6.86	6.49	6.13

Balıkların, çözünmüş oksijen eksikliğini en az düzeyde tolere edebilmesi; balık türüne, balık büyüklüğüne, ortamın fiziksel koşullarına, suda çözünmüş madde miktarına ve diğer bazı faktörlere bağlı olarak değişmektedir (GÖKSU, 2003). Yapılan bir denemede, bir gölde bir çok balık türü kafeslere konularak oksijen miktarları farklı derinliklere indirilmiş ve o derinliklerde tutularak, öldürücü etkiye sahip ortalama değerleri kaydedilmiştir (Çizelge 2.5.) (YANIK ve ark.,2001).

Çizelge 2.5. Bir gölde kafeste balık türleri için (yaz ve kış) en yüksek çözünmüş oksijen değerleri (mg/L) (YANIK ve ark.,2001).

Balık Türleri	Yaz (24 saatte Ölüm)	Kış (48 Saatte Ölüm)
<i>Esox lucius</i>	3.1	2.3
<i>Micropterus salmoides</i>	3.1	2.3
<i>Pomoxis nigromaculatus</i>	4.2	1.4
<i>Lepomis cyanellus</i>	3.1	0.8
<i>Lepomis gibbosus</i>	3.1	0.8
<i>Perca flavescens</i>	3.1	1.5
<i>Ictalurus melas</i>	2.9	0.3

2.1.3. pH

Sularda hidrojen iyonu derişiminin ölçüsü olan pH, suyun asidik veya bazik olup olmadığını gösterir (BOYD, 1990).

Alıcı ortamların pH'ı biyolojik olaylara ve sıcaklığa bağlı olarak, mevsimsel, aylık hatta günlük olarak değişim gösterebilir (COLE, 1983).

Bir suyun pH'si suda erimiş olarak bulunan karbonat, bikarbonat ve serbest karbondioksit ve karbonik asit derişimine bağlıdır. Bu maddeler suyun başlıca tampon maddeleridir ve suda bir denge halinde bulunur. Bu dengenin CO₂ ve HCO₃ a doğru kayması durumunda pH düşer, CO₃'a kayması halinde ise pH artar. Genellikle düşük pH'ya bataklıklarda, yüksek pH'ya akarsularda rastlanmaktadır (GÖKSU, 2003).

Sulardaki pH seviyesi yalnızca mevsimlere göre değil, aynı zamanda gün içerisinde gece ile gündüz zamanları süresince de değişir (BOYD and DANIELS, 1987). Çoğu balıklar 5.0 ile 9.0 arasındaki pH derecelerine tolerans gösterebilir. pH'daki 5.0

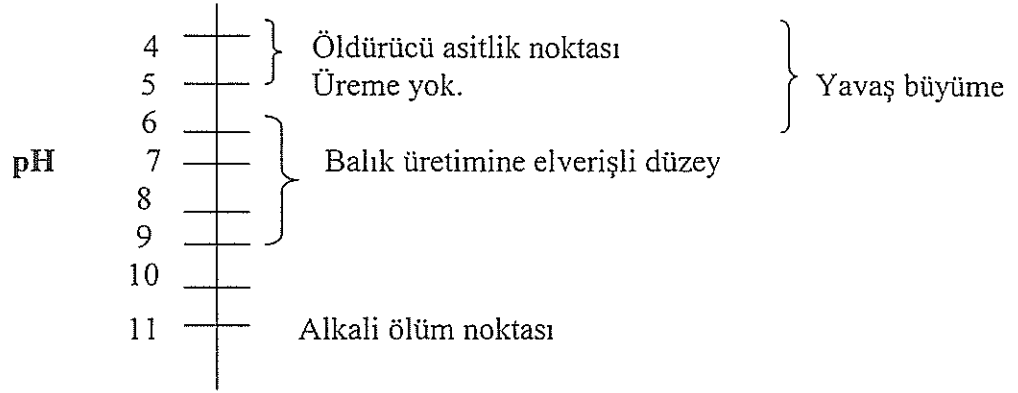
altına düşüş sazanlar için kritiktir ve asit hastalığı meydana gelir (ATAY ve PULATSÜ, 2000).

Sulardaki pH değişiminde alkanitenin tampon etkisi bulunmaktadır. pH değişimleri toplam alkanitesi yüksek olan sularda daha düşük olup, şafak vakti pH 7.5-8.0 iken öğleden sonraları 9.0-10.0 civarındadır. pH değerler, yüksek ya da orta düzey alkani sularda sabahın erken saatlerinde toplam alkanitesi düşük olan sularda daha yüksek olmaktadır (ATAY ve PULATSÜ, 2000).

Fitoplankton ile sudaki diğer bitkilerin fotosentez sırasında sudaki CO₂ kullandıklarından suların pH değerleri gündüzleri yükselir, geceleri düşer (ATAY ve PULATSÜ, 2000). Düşük alkali sularda pH değeri şafakta 6.0-7.5 iken, plankton gelişmesi fazla olan havuzlarda öğleden sonra 10.0 ve daha fazla olabilir (YANIK ve ark., 2001).

Sucul canlıların yetiştiriciliğindeki en uygun pH seviyesi 6.5 – 9 olup, asit ve alkalilik ölüm noktaları yaklaşık olarak pH 4 ve pH 11'dir (Çizelge 2.4.) (BOYD, C.E., 2000).

Çizelge 2.6. Su canlılarının yetiştirilmesiyle ilişkili pH değerleri



Doğal suların pH dereceleri, normal koşullarda 4 – 9 arasında olup pH değişimlerine karşı balıklar türden türe değişen oranda dayanıklılık göstermektedir (Çizelge 2.7.) (GÖKSU, 2003).

Çizelge 2.7. Yetiştiriciliği yapılan bazı balık türlerinin pH istekleri (GÖKSU,2003)

BALIK TÜRLERİ	pH İSTEĞİ
Gökkuşacağı Alabalığı	6.5. – 8.5
Levrek	7.0 – 8.5
Çipura	7.5 – 8.0
Dil Balığı	8.1 – 8.2

Balık havuzlarında öğleden sonraları pH değerinin kısa süreli olarak 9.0-10.0'a kadar yükselmesi gelişmeyi etkilemez (ATAY ve PULATSÜ, 2000).

pH doğal sularda, kimyasal ve biyolojik sistemler için en önemli faktördür. pH değişiklikleriyle zayıf asit ile zayıf bazlar ayrışabilir. Bu ayrışmanın etkisi bir çok bileşiğin zehirliliğini etkiler. Hidrojen siyanür örneğinde olduğu gibi pH düştüğü zaman siyanit'in, balığa karşı olan zehirliliği artar. Hidrojen sülfürde de benzer etki görülür. pH'daki hızlı artışlar NH_3 zehirlilik etkisini artırabilir. Amonyak, pH 8.0'de pH 7.0'a göre 10 kat daha zehirlidir (ATAY ve PULATSÜ, 2000).

2.1.4. Toplam Sertlik

Tatlı suların analizinde en önemli parametrelerden biri de toplam su sertliğidir. Toplam sertlik denince; suyun 1 litresinde bulunan iyonların mg/L cinsinden $CaCO_3$ olarak ifadesidir. Genellikle toplam sertlik ve toplam alkanite değerleri normal olarak aynı değerlerde olur ve bazen ikisi arasında farklılık da görülebilir. Eğer toplam alkanite, toplam sertlik değerinden yüksek ve fotosentez olayı hızlı ise pH değeri son derece yükselir (ATAY ve PULATSÜ, 2000).

Sularda sertlik Ca ve Mg iyonlarından ileri gelmektedir. Suda Ca ve Mg konsantrasyonlarının yüksek olması suyun sert olmasını, bu maddelerin sudaki yoğunluğunun az olması ise suyun yumuşak olduğunu belirtir (ERENÇİN ve KÖKSAL 1981).

Sular sertlik derecelerine karşılık gelen karbonat miktarına göre sınıflandırılır . (Çizelge 2.8.) (ANONİM, 1995).

Çizelge 2.8. Kalsiyum karbonat içeriklerine göre suların sınıflandırılması (ANONİM, 1995).

CaCO ₃ (mg / L)	Suyun Sertlik Derecesine Göre Sınıfı
0 - 75	Yumuşak Sular
75 – 150	Orta Sert Sular
150 – 300	Sert Sular
300 ve yukarısı	Çok Sert Sular

Su sertliği balığın osmo- regülasyonunu etkiler. Balıklar için normal olan su sertliğinin üzerine çıkıldığında balık osmotik strese girer ve diğer fizyolojik fonksiyonlarında azalmalar olur. Su sertliği, çok sert olduğunda balık yumurtaları da zarara uğrar (ÇELİKKALE, 1982).

Su ürünleri yetiştiriciliğine sert sular uygun değildir. Çünkü sert sular su ortamında bulunabilecek zehirli maddelerin zehir etkisini artırıcı rol oynamaktadır (GÖKSU, 2003). Ağır metal tuzlarının toksit etkilerine karşı balık direnci ile su sertliğinin derecesi arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Balıkların, ağır metal tuzlarını, iyonlarla birlikte almasıyla birlikte balıkların karşı etki göstermesi sonucu bir veya daha fazla elementin toksitesinde değişme olur (ATAY ve PULATSÜ, 2000).

2.1.5. Toplam Alkanite

Alkanite, sudaki baz konsantrasyonlarının toplam derişimi olup, suyun asit tutma kapasitesi veya su ortamlarının, asitli suları nötrleştirme yeteneğidir (TEPE, 2001).

Suların alkalinitesi, hidroksit (OH), karbonat (CO_3^{-2}) ve bikarbonat (HCO_3) iyonlarından ileri gelir. Boraks, silikat ve fosfat gibi elementler az da olsa bu özelliği yardımcıdırlar (LAWSON, 1995).

İçsularında tamponluğu oluşturan mekanizma, CO_2 - HCO_3 - CO_3 arasındaki denge ilişkisine bağlıdır. Buffer diye adlandırılan bu mekanizma zayıf asitler (H_2CO_3) ve onların tuzlarının (karbonat ve bikarbonatlar) karışımından oluşmuştur; hidrojen iyon konsantrasyonu (pH) en küçük değerlere kadar değiştirilebilir. Bu nedenle buffer'ın canlı organizmaların yaşamlarında önemli bir etkisi vardır. Hemen hemen tüm gövde sıvıları az yada çok buffer özelliğindedir (ERENÇİN ve KÖKSAL, 1981).

Alkanite, su ürünleri açısından bazı zehirli maddelerin etkisini artırıcı yönde rol oynamaktadır. Su ortamında arzu edilen alkalilik, CaCO_3 olarak 20 – 300 mg / L arasındadır. Alkanitesi 20 mg / L'den az olan düşük alkali sular ve 300 mg / L değerinden daha fazla olan yüksek alkali sular üretken değildir (GÖKSU, 2003).

Toplam alkanitenin pH üzerine etkisi bulunmaktadır. Alkanitesi düşük olan suların pH değişimlerine karşı aktiviteleri zayıftır ve karbondioksitin sudan uzaklaşması hızla pH'ın yükselmesine sebep olur (ATAY ve PULATSÜ, 2000). Düşük alkanite pH üzerine tampon etkisi yapmayacağından pH dalgalanmaları, balıklara zarar verebilir (TEPE, 2001).

Balık yetiştiriciliğinde toplam alkanite ve toplam sertlik değerlerinin 20 – 300 mg / L arasında olması ve her iki değer birbirine eşit veya yakın olması arzu edilir (AKYURT, 1993).

Alkali ortamın balıklara etkisi (Çizelge 2.9.)'da (EDMONDSON, 1991)'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 2.9. Alkali ortamların balıklara etkisi (EDMONDSON, 1991).

pH	ETKİ
> 11	Yüksek çözünmüş oksijen bulunan havuzlarda çoğunlukla tüm türler için ölümle sonuçlanır.
10 – 11	Uzun süre maruz kaldıklarında, bir çok türe öldürücü etki yapar. Solungaç ve gözde hasar hastalıklara karşı dirençsizlik gibi subletal etkiler.
9 – 10	Çoğunlukla birçok balık türünde subletal etki yapar. Ancak alabalıklar için öldürücüdür.

2.1.6. Amonyak

Amonyak, proteinlerin parçalanmasından oluşur ve balıkların metabolizma olaylarına bağlı olarak bir kısım iyonları dengelemesi sırasında sodyuma karşılık olarak, böbrek ve solungaç dokuları yoluyla atılır (Chin and Chen, 1988). Amonyak, sulara balıkların metabolizma ürünü ve organik maddelerin (fitoplankton, zooplankton veya yenmemiş artık besinlerin) parçalanması sonunda girer.

Amonyak azotu sularda iyonize olmuş ve iyonize olmamış formlarda bulunur. Amonyak suda çok kolay erir ve hemen amonyum (NH_4^+) iyonuna dönüşür (LAWSON, 1995).

80'li yılların başlarına kadar sadece iyonlaşmamış amonyak biçiminin (NH_3) sucul canlılar için toksit olduğu düşünülüyordu. Ancak son zamanlardaki çalışmalar hem amonyağın (NH_3) hem de amonyumun (NH_4^+) toksit olabileceğini, ancak amonyağın amonyumdan daha çok toksit olduğunu göstermiştir (MEADE, 1985).

Akuatik sistemlerde NH_3 'ün NH_4^+ 'e oranı suyun pH'sına ve sıcaklığına bağlıdır. pH ve sıcaklık yükseldikçe toksit amonyak miktarı da artar, suyun tuz miktarı artıkça düşer (TRUSSELL, 1972).

Sudaki amonyak miktarının oluşturacağı toksiteden korunmak için, suyun pH değeri, sıcaklığı ve tuz miktarı bilinmelidir. Tatlı sulardaki amonyak konsantrasyonu litrede 0.1 – 0.5 mg dan itibaren öldürücü etki gösterebilir. Balıkların kronik hastalık belirtisi göstermeksizin uzun süre tolerans gösterebilecekleri en yüksek amonyak miktarı 0.01 – 0.02 mg / l'dir (AYDIN, 1995).

Ölümcül düzeyin altında bir amonyak konsantrasyonuna maruz bırakılan balıklarda; böbreklerde, dalakta, tiroitte ve kanda histolojik değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Yüksek amonyak konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların su geçirgenliği ve iç iyon konsantrasyonları azalmakta yani ozmoregulasyon zarar görmekte, kanın kırmızı eritrositleri zarara uğramakta, solungaçların mukoza katının parçalanması ve şişmesi neticesinde dokular ve solungaçlar tarafından tüketilen oksijen miktarı artmakta ve kandaki hemoglobinin oksijeni taşıma yeteneği azalmaktadır (BOYD, 2000).

Amonyanın diğer etkileri olarak bakteriyel hastalıkların çıkışını kolaylaştırdığı belirtilebilir (ÇELİKKALE, 1982).

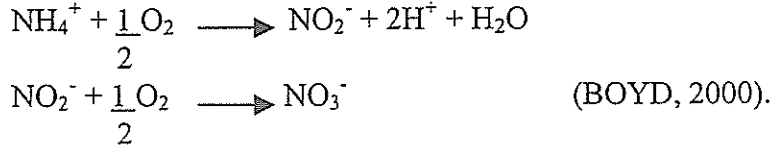
Amonyanın 96 saatteki LC₅₀ değeri farklı balık türlerinde 0.3-3.0 mg/L arasında değişmektedir (RUFFIER, et.al., 1981).

Çizelge 2.10. Bazı balıkların yetiştiriciliğinde amonyak için sınır değerler (AYDIN, 1995).

BALIK TÜRÜ	SINIR DEĞER
Alabalık (yavru)	0.006 mg / L
Alabalık (ergin)	0.01 mg / L
Yılan balığı	0.01 mg / L
Sazan	0.02 mg / L
Balık larvaları (öldürücü)	0.2 – 0.4 mg / L (öldürücü)
Yavru balıklar (öldürücü)	0.4 – 0.6 mg / L (öldürücü)

2.1.7. Nitrit

Nitrit, amonyak azotunun gram negatif kemo- ototrofik aerobik bakteriler tarafından iki basamaklı oksidasyon olayı olan nitrifikasyon olayının ara ürünüdür. Ortamda birikim yapmaz ve ara ürün olduğundan hemen nitrata dönüşür.



Genellikle amonyağa oranla daha az zehirlidir. Balık türüne bağlı olarak 1 – 5 mg / L konsantrasyonunda öldürücü olabilir (SEÇER, 1997).

Sulardaki nitritin kaynağını; gübre kullanımı, bitkisel ve hayvansal maddelerin çürümesi, kullanma suyu atıkları, lağım çamuru ve endüstriyel atık deşarjları oluşturur (BAYRAM, 1997).

Yüzeysel sularda nitrit, amonyak ve nitrata göre, yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonlarının ana ürünü olduğundan, daha az miktarda bulunur. Ancak nitrifikasyonun yeter kadar olmadığı sularda nitrit miktarın yüksek olması mümkündür (SEÇER, 1997).

Tatlı su ortamındaki nitritin düşük konsantrasyonları pek çok balık türüne toksittir. Nitrit balıkların solungaçlarından içeri girerek kan dolaşım sistemine girer ve kandaki eritrositleri zarara uğrattığı için toksit etki gösterir. Çünkü kanın renkli maddesi hemoglobinin *heme* kısmındaki demir, iki değerli (ferrous) durumundan yüksek değerli (ferric) durumuna yüksetgenir (oksitlenir). Oluşan methemoglobin oksijenle birleşmeye açık olmadığından dokulara oksijen taşınmasını engeller ve balıkların zehirlenmesine neden olur. Toksit etki görülen balıkların solungaçları ve kanın rengi kahverengidir. Türler arasındaki nitrit toksitesine karşı olan farklılıklar, kandaki methemoglobin düzeyleri ve plazmada toplam nitrit konsantrasyonuyla ilişkilidir (AYDIN ve KÖKSAL, 1995).

Nitrit toksitesinin etkisi sudaki klorid yoğunluğu, pH, balığın büyüklüğü, daha önceki korumasızlık, beslenme durumu, enfeksiyon ve çözünmüş oksijen yoğunluğuna bağlı olarak değişir (PALACHEK and TOMASSO, 1984).

Tatlı su balıkları ve kabukluları için nitritin 96 saatteki LC₅₀ değeri 0.66 – 200 mg / L, acı su ve deniz türleri için 40-4000 mg/L arasında değişmekteyken. omurgahlarda 8.5 ile 15.4 arasında değişmektedir (COLT and AMSTRONG, 1979).

2.1.8. Nitrat

Nitrat (NO₃), doğal sularda organik azotun oksitlenmesinin son ürünüdür. Son ürün olmasından dolayı diğer azotlu bileşiklere göre su ürünleri etkisi daha azdır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde sudaki nitrat düzeyi 0 - 3 mg / L arasında olmalıdır (LAWSON, 1995).

Sulardaki nitrat kaynağı; 1) hayvansal ve bitkisel artıkların içerdiği protein ayrışması sonucunda açığa çıkan amonyağın oksitlenmesinden 2) tarımsal alanlarda kullanılan nitratlı gübrelerden 3) atmosferdeki elektriksel deşarjların sonucunda; azotun, azot oksitlere yükseltgenmesi ve azot oksitlerin reaksiyonlarından 4) evsel ve endüstriyel deşarjlardan kaynaklanmaktadır.

Nitratın sudaki düşük dozları balıklar için toksit değildir. Bununla birlikte 4 mg/L ve daha fazla nitrat konsantrasyonlarında balıklarda ölümlerin başladığı saptanmıştır (ACU, 2000).

Gökkuşuğu alabalığı için nitratın 96 saatteki LD₅₀, tatlı sularda 1360 mg / L % 15 tuzlu sularda ise 1050 mg / L'dir (ATAY ve PULATSÜ, 2000).

2.1.9. Toplam Fosfor

Fosfor, azot gibi canlıların yapısına giren bir besleyici elementtir. Canlı protoplazmanın kuru ağırlık olarak yaklaşık % 2'sini fosfor oluşturur (USLU ve TÜRKMAN, 1987).

Fosfor bu nedenle organizmaların büyümesi için esansiyel ve tatlı su yaşamının birincil üretilebilirliğini sınırlandıran bir besindir.

Sucul ekosistemlerde fosfor, çok yönlü ve karmaşık kimyasal ve biyokimyasal dengelerin anahtar bir metabolik besleyici elementidir. Sularda fosfor, çeşitli fosfat türleri şeklinde bulunur ve doğal ortamda gerçekleşen birçok biyokimyasal reaksiyonda yer alır. Heterotrof mikroorganizmaların üremesinde, alglerin ve diğer biyolojik organizmaların büyümesi için gereklidir (BOYD, 2000).

Su ortamında fosfor bulunduğu yer ve bulunma şekilleri şunlardır.1) Organizmada a) Nükleik asitlerde (DNA ve RNA'da) b) Enzim ve vitamin esterlerinde c) Nükleotid fosfat 2) Fosfatlı kayalar ve topraklarda 3) Ölü organik maddelerden absorbe edilmiş fosfor olarak 4) Sularda a) Ortofosfat b) Polifosfat (deterjanlı kaynaklar) c) Organik fosfor koloitleri (GÖKSU, 2003).

Çizelge 2.11. Kirlilik durumuna göre sularda fosfor miktarları (USLU ve TÜRKMAN, 1987).

SU ORTAMI	TOPLAM FOSFOR g / m ³
Evsel Atık Sular	5 – 20
İkinci derecede arıtma yapan tesislerin çıkış suyu	3 – 10
Tarımsal drenaj	0.05 – 10
Kirlenmiş göller	0.01 – 0.04
Otrofik göller	0.03 – 1.5
Akarsular	0.1 – 10
Okyanus	0.07
Ortalama yağmur suyu	0.004 – 0.03

Fosfatın su ortamında en önemli etkisi ötrofikasyondur. Ötrofikasyon suların besince fakir halden (oligotrofik) verimli hale (ötrofik) geçmesidir (COŞKUN, 1995).

Çizelge 2.12. Göller için tolere edilebilir fosfor yükleri (USLU ve TÜRKMAN, 1987).

GÖLLERİN DURUMU	mg P / m ² / Yıl
Sığ göller (5 m'ye kadar)	
Rekreasyon için	70
Rekreasyon + balıkçılık	130
Yoğun balıkçılık	300
Derin göller	
10 m'ye kadar	150
50 m'ye kadar	250
100 m'ye kadar	400

2.10. Tuzluluk

Sularda yaşayan canlılar, çeşitli yönlerdeki istekleri bakımından birbirinden ayrılmaktadır. İşte bu ayırt edici özelliklerden birisi de tuzluluktur (GÖKSU, 2003). Tuzluluk, suda çözülmüş mineral madde konsantrasyonu olup, 1 kg suda çözülmüş halde bulunan katı maddelerin gram cinsinden ifadesidir (YANIK ve ark., 2001).

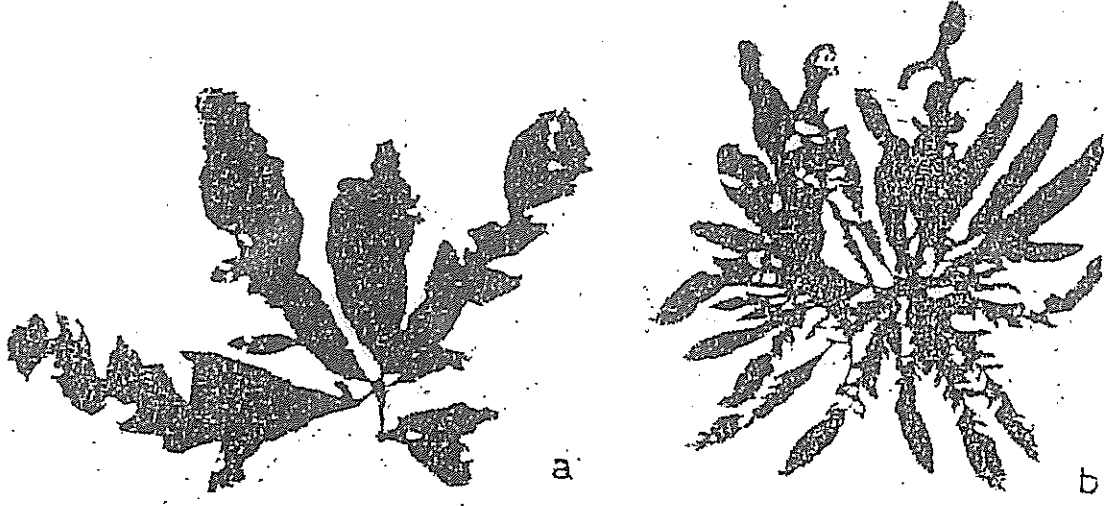
Suların önemli bir abiotik faktörünü oluşturan tuzluluk derecesi, suların fiziksel özelliği kadar önemli olup, inorganik yığılımlarda ve organizmaların sucul ortamda dağılışında baş rolü oynar. Tuzluluk, organizmaların osmotik konsantrasyonlarını değiştirebileceği gibi yine organizmalar üzerinde etken olabilen çözülmüş gazların absorpsiyon ve doygunluk katsayılarını eriyiklerin çözünebilme oranını, ortamın yoğunluğunu, viskositesini ve elektriki iletkenliğini değiştirmekte de organizmalar üzerinde etkilidir (GELDİAY ve KOCATAŞ, 1998).

Tuzluluk derecesi, buharlaşma ve kirli sularının karışımıyla artarken, yağışlar, buzulların erimesi ve tatlı suların karışımıyla azalmaktadır (GÖKSU, 2003).

Sucul organizmaların tuzluluk derecelerine hoşgörülerini bir türden diğer türe çok değişir. Ortamın tuzluluk derecelerine bağlı olarak organizmaların boylarında, morfolojik ve anatomik yapılarında, deri türevlerinde, kalkerleşme oranında, pigmentasyonda, vücut şeklinde değişimlere sebep olmaktadır. Bu duruma örnek kırmızı alglerden *Delesseria sanguinea* türünün ‰ 33 – 35 ve ‰ 16 – 22 formları arasındaki değişiklikler gösterilebilir Şekil 2.1. (GELDIAY ve KOCATAŞ, 1998).

Balık türlerinin osmotik basınç ihtiyaçları farklı olduğundan, optimum tuzluluk derecesi balık türlerine göre farklılık gösterir. Balıklar tuz istekleri doğrultusunda tatlı su, acı su ve tuzlu su balıkları diye gruplara ayrılmaktadır (GÖKSU, 2003).

Balıklar tuzdaki ani değişimlere karşı oldukça hassas olduklarından belli bir oranda tuz ihtiva eden ortamdan alınıp daha fazla veya daha az tuz, içeren sulara ani olarak bırakılmamalıdır. Balık larvaları ve yavruları, tuzluluk değişimine erginlere göre daha hassastır (ATAY ve PULATSÜ, 2000).



Şekil 2.1. *Delesseria sanguinea*'nın ‰33 – 35 formu (a) ve ‰16-22 (b) (GELDIAY ve KOCATAŞ, 1998).

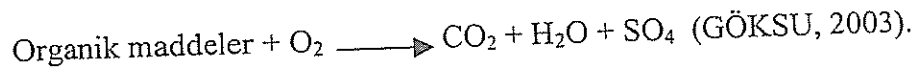
Çizelge 2.13. Yetiştiriciliği yapılan balıkların tuzluluğa azami toleransları (AKYURT, 1993).

TÜRLER	TUZLULUK (mg / L)
Gümüş Sazanı	8000
Sazan	9000
Kanal Yayını	11.000
Çayır Sazanı	12.000
Kefal (Mugil cephalus)	14.500
Tilapia auerea	18.900
Tilapia nilotica	24.000
Tilapia mosambica	30.000

2.11. Sülfat

Sularda sülfür (S) daha çok sülfat (SO_4) halinde bulunmaktadır. Sülfatların çoğunluğu suda çözünür. Çözünmüş sülfat, suyun sürekli çözünen bir maddesi olarak kabul edilebilir ve H_2S olarak havaya uçabilir sülfite indirgenebilir, çözünür tuzlar olarak çökebilir ya da yaşayan organizmalar tarafından asimile edilebilirler (COŞKUN, 1995).

Organik maddeler, bakteri faaliyetleriyle biyokimyasal ayrışmaya uğrarlar. Aerobik bakteriler, organik maddeyi ayrıştırarak CO_2 , su ve sülfat bileşiklerine dönüştürür. Bu olay olurken bakteriler, ortamdaki oksijeni kullanırlar



Sülfatlar, fosil yakıtlarının yakılmasıyla oluşan atmosferik sülfirdioksit (SO_2), sülfür dioksitin fotolitik ya da katalitik oksidasyonu ile üretilen sülfürtrioksit (SO_3) su buharıyla birleşerek sülfirik asit (H_2SO_4) formunda (bu forma asit yağmuru da denir) ya da çok farklı endüstrilerin atıklarının su ortamına deşarj edilmesiyle suda bulunurlar (COŞKUN, 1995).

Sülfatların düşük dozları balıklar için toksit değildir. Bununla birlikte 100 mg/L ve daha fazla sülfat (SO_4^{-2}) konsantrasyonlarında tatlı su balıkları için ölümlerin başladığı saptanmıştır (BOYD, 2000).

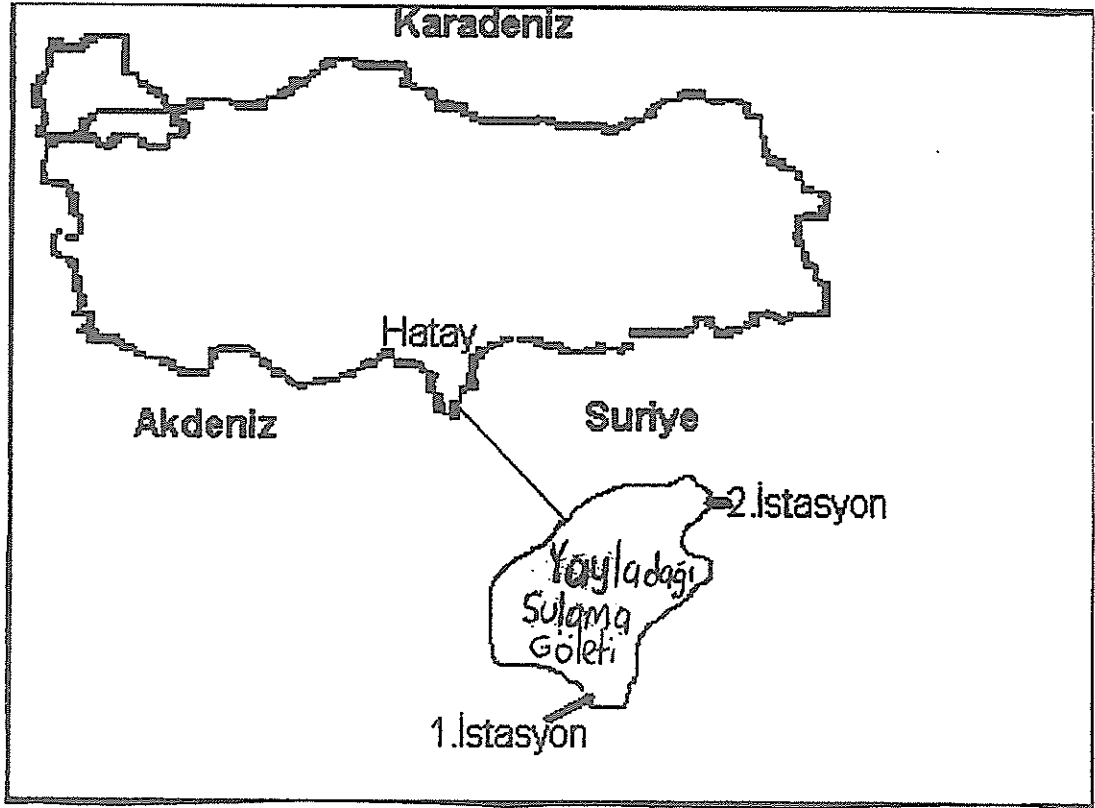
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Yeri

Yayladağı Sulama Göleti

Yayladağı Sulama Göleti Türkiye'nin güneyinde $35^{\circ} 45'$ ile $8^{\circ} 15'$ doğu boylamları arasında, Hatay İli, Yayladağı İlçesi, Güzelyurt Köyü sınırları içerisinde bulunmaktadır. Deniz seviyesinden 378 m yükseklikte olan Yayladağı Sulama Göleti, Yayladağı ilçe merkezine 12 km uzaklıktadır. Şekil 3.1'de araştırma alanının konumu verilmiştir. Bu gölette önemli bir yer altı su kaynağı yoktur. Göletin su kaynağı Kureyş Deresi ve ilkbahar ve sonbahar yağışlarıdır. Gölet 2000 yılında faaliyet girmiş olup, yapılış amacı içmesuyu ve sulamadır. En derin yeri 23 m olan göletin hacmi 7.55 milyon m^3 , yüzölçümü 0.65 km^2 , uzunluğu 191 m, yüksekliği 47.40 m olup kaya dolgu tipindedir. Göletin sulama alanı ise 719 hektardır (ANONİM, 2001).



Şekil 3.1. Yayladağı sulama göleti ve çalışma istasyonları yer haritası.

İklim

Araştırma alanında Akdeniz iklimi özelliği hakimdir. Kışlar ılık ve bol yağışlı, yazlar ise sıcak ve kurak geçer. En yağışlı mevsimi kıştır. Genellikle sıcaklık yazın

35 ° C'nin üzerine çıkmakta, kışın 7 ° C'nin altına düşmemektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 18.9 ° C, ortalama nisbi nem % 66.6, ortalama yağış miktarı 55.44 mm. (ANONİM, 2004).

Çizelge 3.1.Yayladağı sulama göleti bölgesine ait ortalama sıcaklık, nisbi nem ve yağış miktarının ortalama değerleri (ANONİM, 2004).

TARİH	ORTALAMA SICAKLIK (° C)	NİSBİ NEM %	YAĞIŞ MİKTARI (mm)
Nisan 03	17.2	68	70.5
Mayıs 03	21.3	68	52.7
Haziran 03	25.1	67	22.2
Temmuz 03	27.6	69	4.4
Ağustos 03	28.3	68	4.6
Eylül 03	25.4	63	16.7
Ekim 03	20.9	61	40.8
Kasım 03	15.6	64	69.4
Aralık 03	13.4	68	79.3
Ocak 04	9.3	68	115.4
Şubat 04	10.4	69	100.7
Mart 04	13.1	67	88.6

3.1.2. Araştırma Alanında ve Laboratuarda Kullanılan Cihazlar ve Malzemeler

3.1.2.1. Arazi Çalışmasında Kullanılan Cihazlar ve Malzemeler

* Digital oksijen metre; çözünmüş oksijen ve su sıcaklığı ölçümlerinde kullanılan oksijen metre kullanılmadan önce potasyum hidoksitle kalibrasyon yapıldı. (WTWOXİ 330i / SET markalı arazi tipi oksijen ölçme aleti)

* Digital pH metre; ölçüm aralığı 0 – 14, hassasiyeti 0,01 olan (WTW pH 330i / SET markalı arazi tipi pH metre, kullanılmadan önce pH 4.01, 7.00 ve 10.01 standart solüsyonlarla kalibre edildi.)

* Digital salinometre; (YSI markalı arazi tipi salinometre)

* Plastik kapaklı polietilen şişeler, 3 lt'lik.

Polietilen şişeler araziye çıkılmadan bir gün önce asit banyosundan geçirilip, yıkanmıştır. Asit banyosu %1-2'lik HCl solüsyonu kullanılmış, daha sonra saf su ile çalkalanan numune kapları etüvde kurutmaya bırakılmıştır (BOYD and TUCKER, 1992).

* Taşıma Kabı, içi buz dolu (3 adet)

3.1.2.2. Kimyasal Analizlerde Kullanılan Cihazlar ve Malzemeler

* Spektrofotometre; Scihimaotzu, UV 1601 PC Bilgisayar destekli ve analitik programlı

* Terazi, 0.001 g hassasiyetinde ölçüm yapan.

3.2. Yöntem

3.2.1. Saha Çalışması

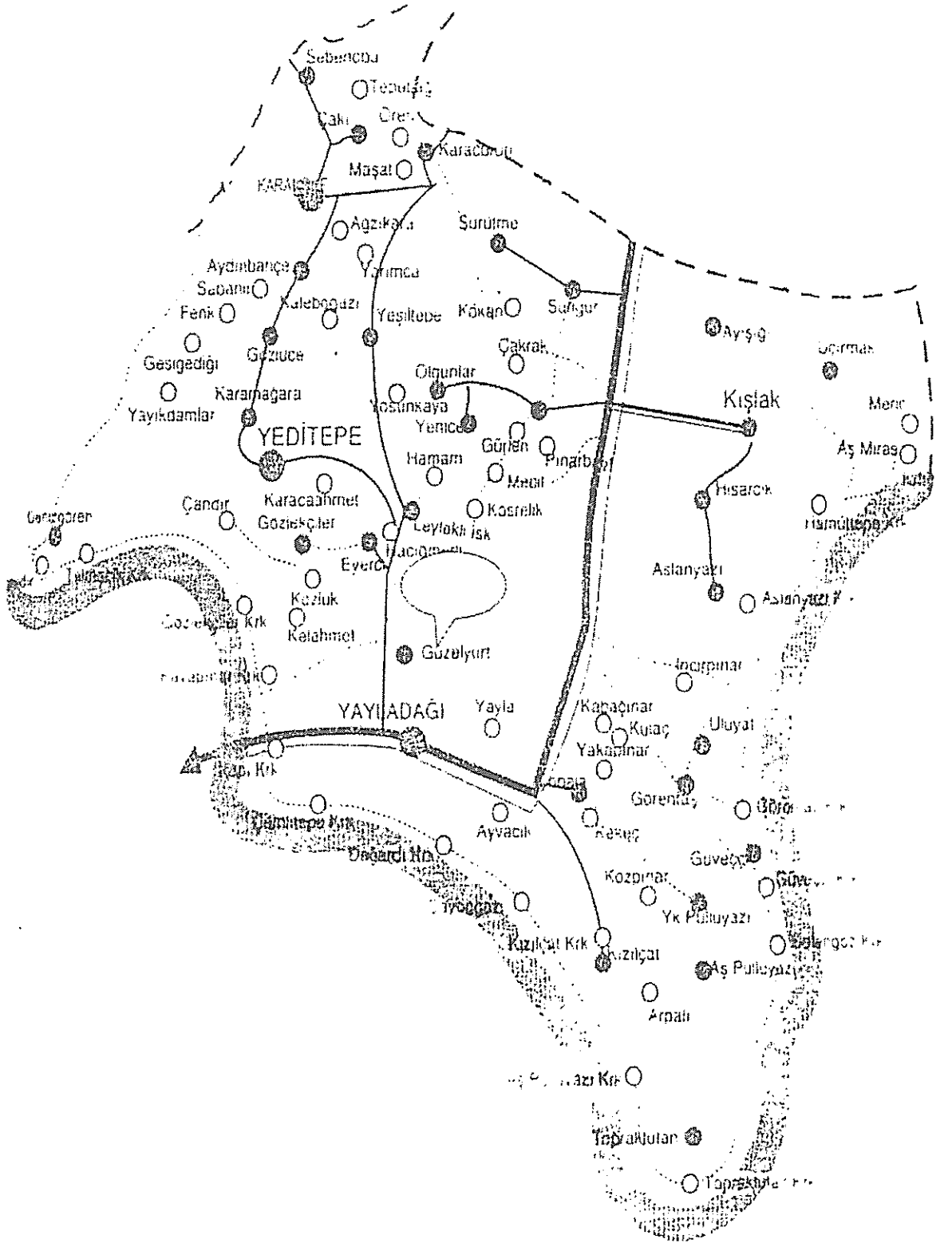
Araştırma, Yayladağı Sulama Göleti'ndeki suyun fiziko kimyasal özelliklerini tespit etmek ve su ürünleri açısından değerlendirilebilirliğini anlamak amacıyla iki örnekleme noktasında, 2003 yılı Nisan ayı ile 2004 yılı Mart tarihleri arasında bir yıllık sürede yürütülmüştür. Numuneler araştırma periyodu boyunca her ay bir defa olmak üzere belirlenen istasyonlardan su yüzeyinin yaklaşık 10 cm. altından numune kaplarını suya daldırması ile alınmıştır. Her istasyonda belirlenen numune alma bölgelerinden analizler için 3 litrelik polietilen şişelere su örnekleri alınıp, muhafaza solüsyonları kullanılmadan, içi buz dolu taşıma kaplarında 2 saat içerisinde laboratuara getirilmiş ve analizlerine başlanmıştır.

3.2.1.1. Araştırma İstasyonları

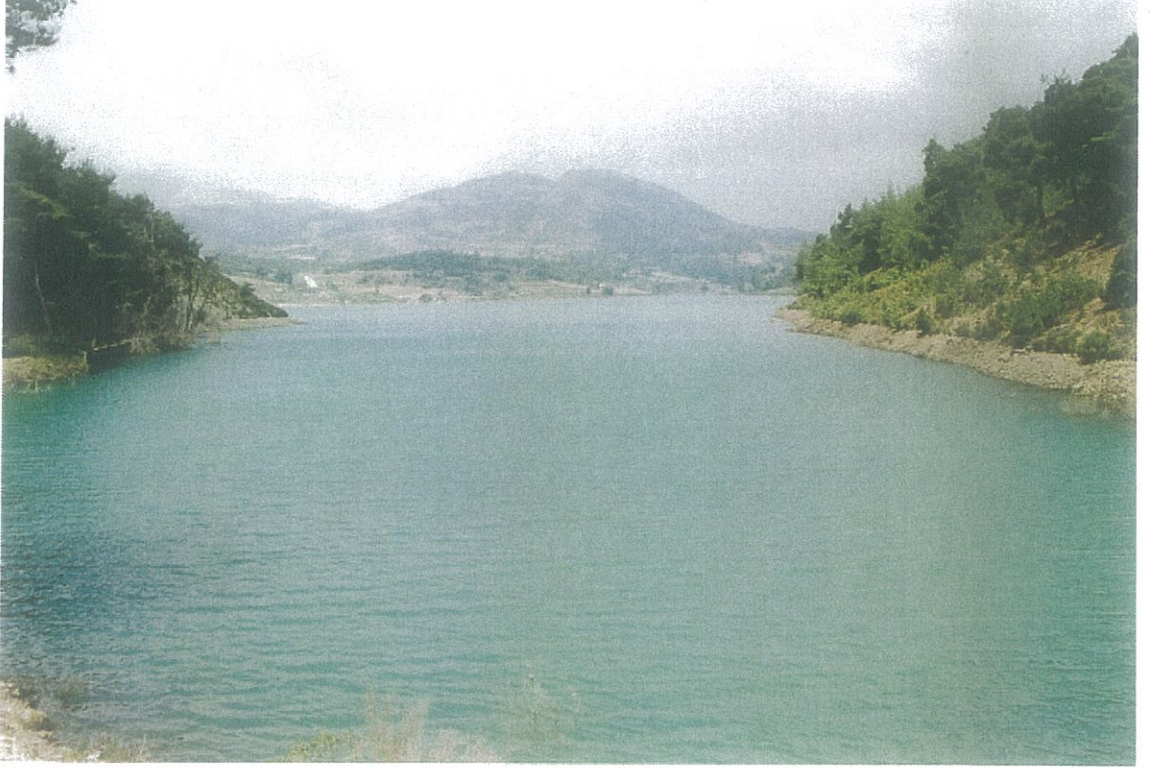
Yayladağı Sulama Göleti (Şekil 3.1.)'ndeki örnekleme noktaları seçilirken, gölete tek akıntısı olan Kureyşi Deresinin giriş suyu Şekil 3.3 (istasyon 2) ile göletin merkezine yakın köprü Şekil 3.4 (istasyon 1) esas alınmıştır. Seçilmiş olan örnekleme noktaları çizelge 3.1'de verilmektedir.

Çizelge 3.2. Yayladağı sulama göletinde seçilen istasyonlar ve seçilme amacı

İSTASYON NO	SEÇİLEN İSTASYONUN YERİNİN AMACI
1	Yayladağı Sulama Göleti'nin suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek.
2	Kureyşi Deresi'nin varsa gölete yapmış olduğu kirliliği belirlemek.



Şekil 3.2 Araştırma alanının görünümü



Şekil 3.5 Yayladağı sulama göletinin genel görünüşü.



Şekil 3.3 Kureysi deresinin gölete girdiği 2 nolu istasyon



Şekil 3.4 Yayladağı sulama göletindeki 1 nolu istasyon

3.2.2. Laboratuvar Çalışması

3.2.2.1. Su Örneklerinin Fiziksel Özelliğinin Tayini

* **Sıcaklık:** Su sıcaklıkları, sıcaklığı +/- 1° C hassasiyetinde ölçen taşınabilir arazi tipi oksijen metre kullanılarak yerinde saptanmıştır.

3.2.2.2 Su Örneklerinin Kimyasal Özelliklerinin Tayini

* **Çözünmüş Oksijen Miktarı:** Taşınabilir, arazi tipi WTW OXI 330i / SET Model oksijenmetre kullanılarak yerinde saptanmıştır.

* **pH Ölçümleri:** Ölçüm aralığı 0 – 14, hassasiyeti 0.01 olan dijital WTW pH 330i / SET Model pH metre kullanılarak yerinde saptanmıştır.

* **Toplam Sertlik Tayini:** İndikatör olarak Eriochrome black yanında EDTA ile kompleksimetrik titrasyon metodu ile tayin edilmiştir (BOYD and TUCKER, 1992).

* **Toplam Alkanite:** Su örneği, sülfirik asit solusyonuyla pH 4.8 oluncaya kadar titre edilerek belirlenmiştir (BOYD and TUCKER, 1992).

* **Amonyak Tayini:** Amonyum iyonunun bazik ortamda Nessler reaktifi ile vermiş olduğu sarı rengin derişimine bağlı renk şiddetini spektrofometrede 425 nm dalga boyunda ölçülmesi ile saptanmıştır (BOYD and TUCKER, 1992).

* **Nitrit Tayini:** Su örneğinde bulunan nitrit iyonları ile sülfanilik asidin diazolanması sonucunda oluşan diazo bileşğinin alfa naftimalin ile verdiği kırmızı rengin spektrofotometre yardımı ile 523 nm dalga boyunda ölçülmesiyle hesaplanmıştır (BOYD and TUCKER, 1992).

* **Nitrat Tayini:** Su örneğinde bulunan nitrat iyonları ile burcine sülfat arasındaki reaksiyon sonucu oluşan sarı rengin spektrofotometre yardımı ile 410 nm dalga boyunda ölçülmesiyle hesaplanmıştır (BOYD and TUCKER, 1992).

* **Toplam Fosfor Tayini:** Su örneğinde bulunan toplam fosfor iyonları ile potasyum persülfat arasındaki reaksiyon sonucu oluşan pembe rengin kayboluncaya kadar NaOH ilave edilmesiyle belirsiz pembe renge nötraliz edilmesiyle hesaplanmaktadır (BOYD and TUCKER, 1992).

* **Tuzluluk:** Taşınabilir, arazi tipi YSI Model 57 salinometre kullanılarak yerinde saptanmıştır.

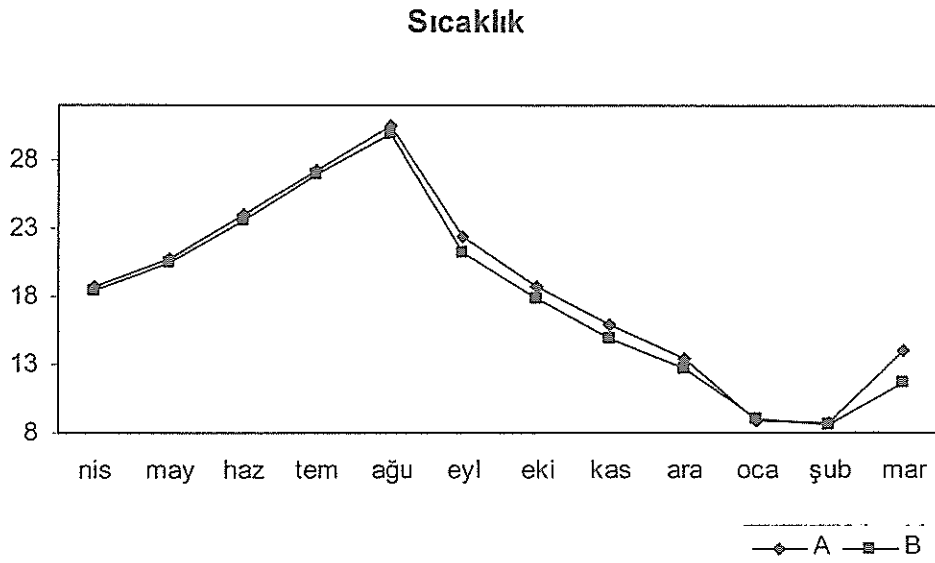
* **Sülfat Tayini:** Su örneğinde bulunan sülfat iyonları ile baryum klorür ($BaCl_2$) ile asetik asit varlığında sülfat iyonunun, üniform boyutlu kristal haldeki baryum sülfat ($BaSO_4$) olarak çökmesi ve bu $BaSO_4$ süspansiyonunun, spektrofotometre yardımı ile 420 nm dalga boyunda ölçülmesiyle hesaplanmıştır (STANDART METHODS, 1995).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Yayladağı Sulama Göleti'nin Fiziksel Özelliğine Ait Sonuçlar:

4.1.1. Su Sıcaklığı

Sıcaklık istasyonlar arası önemli bir fark göstermezken, mevsimsel değişim göstermiştir. Şubat 2004'deki 8.8 °C ve Ağustos 2003'de kayıtlı edilen 30.5 °C derecelik değerler arasında değişim göstermiştir. Kureyi deresi kaynağına yakın istasyonda yıllık sıcaklık ortalaması 17.95 °C iken, göl merkezindeki istasyonda bu değer 18.65 °C olmuştur. Su sıcaklığı değerleri şekil 4.1'de gösterilmiştir.



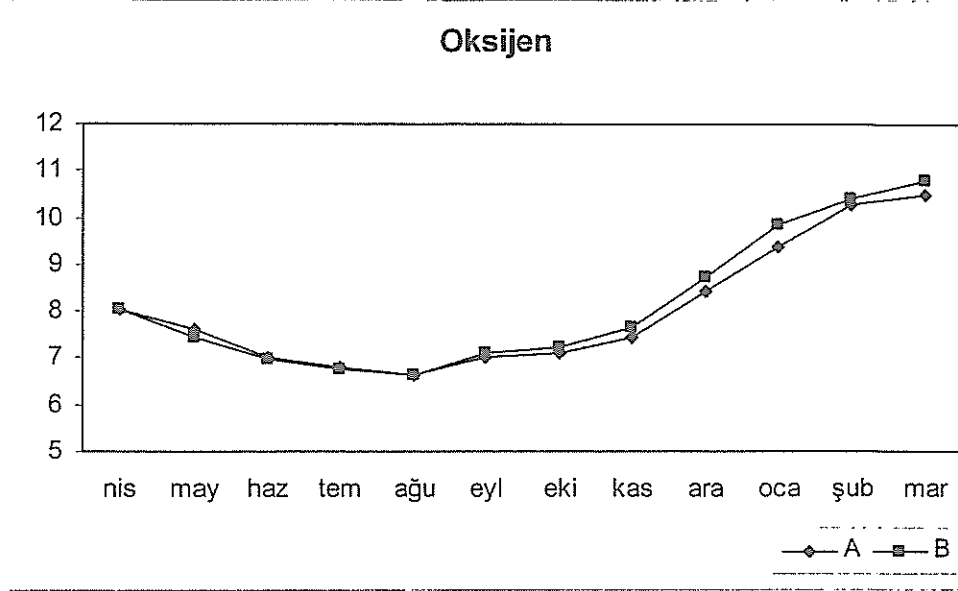
Şekil 4.1. Yayladağı sulama göletinde 2003-2004 yılı su sıcaklık değerlerinin (°C) olarak aylara göre değişimi

4.2. Yayladağı Sulama Göleti'nin Kimyasal Özelliklerine Ait Özellikler

4.2.1. Çözünmüş Oksijen

Çözünmüş oksijen birinci örnekleme istasyonunda çalışmanın ilk on ayında 7.28 mg/L iken son iki ayda (Şubat ve Mart 2004) ortamdaki yüksek oksijen içerikleri nedeniyle ortalama 8.49 mg/L seviyesine çıkmıştır. İkinci istasyonda ise bu değerler sırası ile 6.08 mg/L ve 8.10 mg/L bulunmuştur. Aylık ölçümlerde de oksijen seviyesi genellikle ilk istasyonda daha yüksek seviyede kalmıştır. Her iki istasyonda da yaz

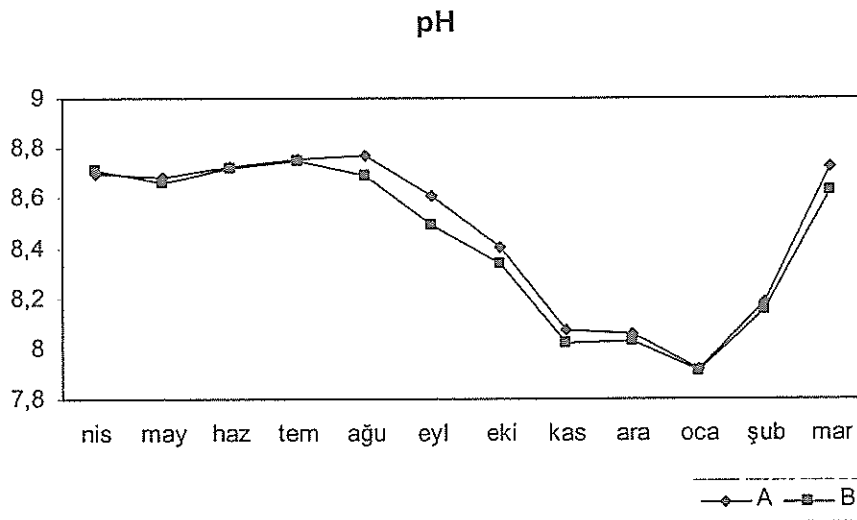
aylarında düşük çıkan oksijen seviyeleri kış aylarında yükselerek Mart ayında yaklaşık 17 mg/lt seviyesine ulaşmıştır.Çözünmüş oksijen değerleri şekil 4.2 de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Yayladağı sulama göletinde 2003-2004 yılı çözünmüş oksijen değerlerinin (mg/L) olarak aylara göre değişimi

4.2.2. pH

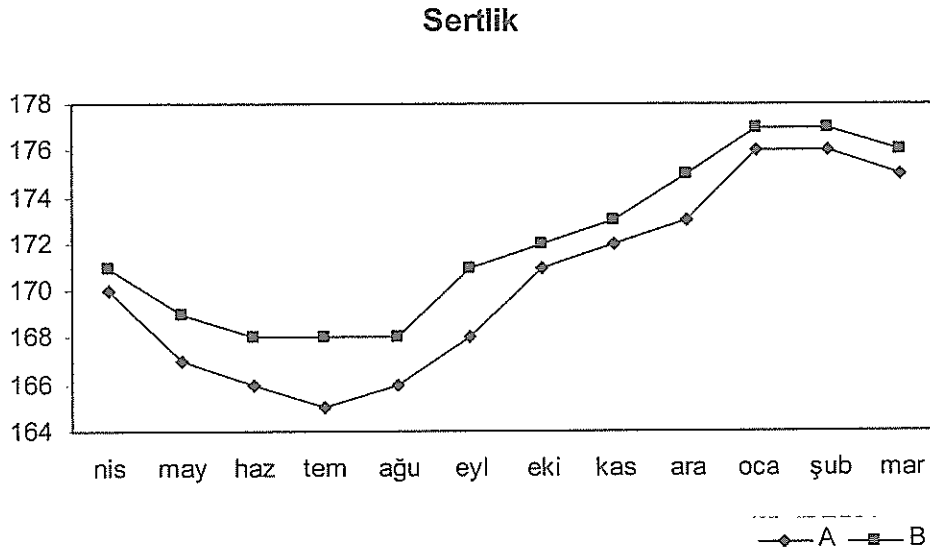
pH konsantrasyonları yaz aylarında artmış, sonbaharla birlikte düşüşe geçmiştir.pH en yüksek olan Ağustos ayında 8.77 seviyesine yükselmiş ve yıllık ortalama ilk istasyonda 8.47, ikinci istasyonda ise 8.43 olmuştur. pH değerleri şekil 4.3 de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Yayladağı sulama göletinde 2003-2004 yılı pH değerlerinin aylara göre değişimi

4.2.3. Toplam Sertlik

Toplam alkanite ile toplam sertlik değerleri birbiriyle aynı değerleri göstermiştir. Kureyşi deresi kaynağına olan istasyonda ortalama toplam sertlik 172 mg/L CaCO₃ ölçülmüştür. İlk istasyonda ise 170 mg/L CaCO₃ ölçülmüştür. Toplam sertlik değerleri Şekil 4.4.'de gösterilmiştir.

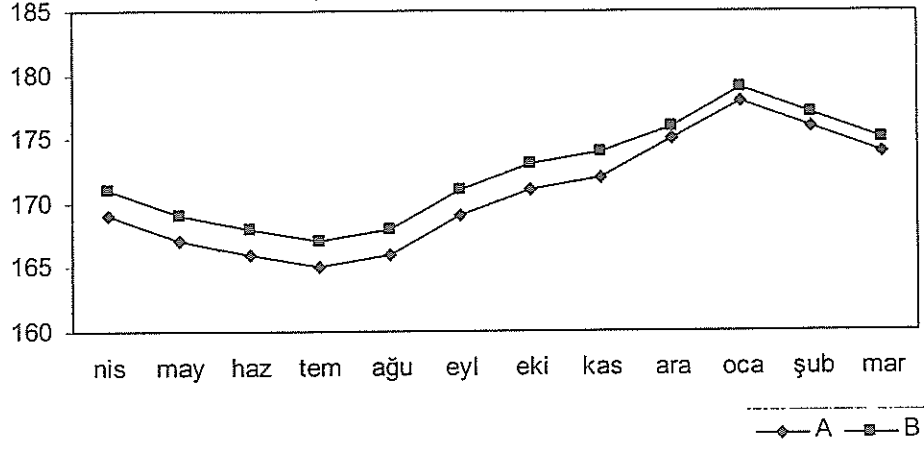


Şekil 4.4. Yayıladağı sulama göletindeki toplam sertlik değerlerinin (mg/L CaCO₃) olarak aylık değişimi.

4.2.4. Toplam Alkanite

Bir yıl boyunca yürütölen bu çalışma boyunca toplam alkanite değerlerinin 165 ile 179 arasında değişim gösterdiği gözlenmiştir. İlk istasyonda okunan toplam alkanite değerleri ile son istasyon arasında bir yıl boyunca istatistiksel bir fark bulunamamıştır. Temmuz 2004'te en düşük seviyesine ulaşmıştır. Yıllık ortalama toplam alkanite değerleri birinci ve ikinci istasyon için sırası ile 170 ve 172 ml/L CaCO₃ bulunmuştur. Toplam alkanite değerleri şekil 4.5.'de gösterilmiştir.

Alkanite

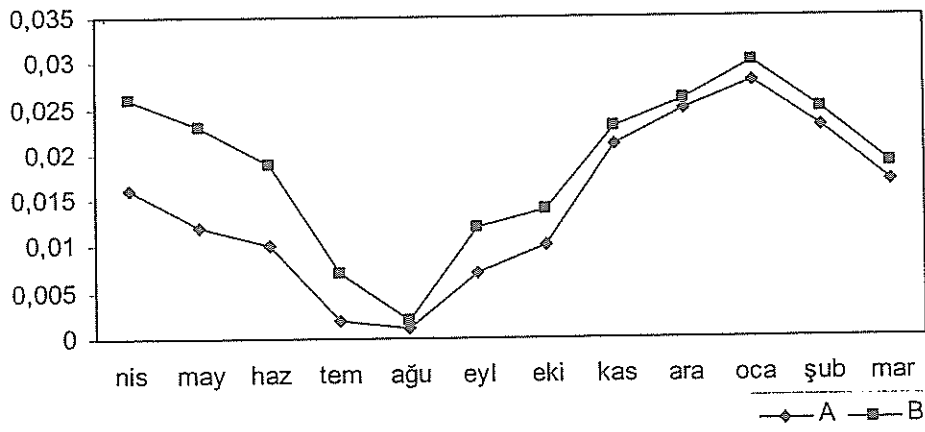


Şekil 4.5. Yayıldağı sulama göletindeki toplam alkanite değerlerinin (mg/L CaCO₃) olarak aylık değişimi.

4.2.5. Nitrit

Nitrit değerleri her iki istasyonda da yaz aylarında düşük çıkmıştır. Nitrit değeri en yüksek değerine Ocak ayında ulaşmıştır. Yıl boyunca ilk istasyondaki ölçümler, son istasyona göre düşük olmuştur. Ortalama nitrit seviyesi ilk istasyonda 0.014 mg/L olurken son istasyonda 0.018 mg/L olarak tespit edilmiştir. Toplam nitrit değeri şekil 4.6'da gösterilmiştir.

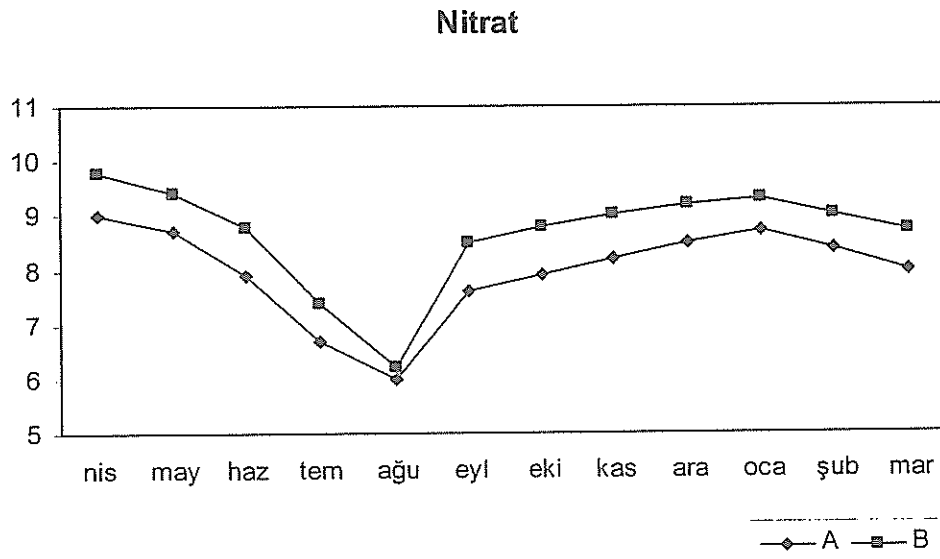
Nitrit



Şekil 4.6. Yayıldağı sulama göletindeki toplam nitrit değerlerinin (mg/L) olarak aylık değişimi.

4.2.6. Nitrat

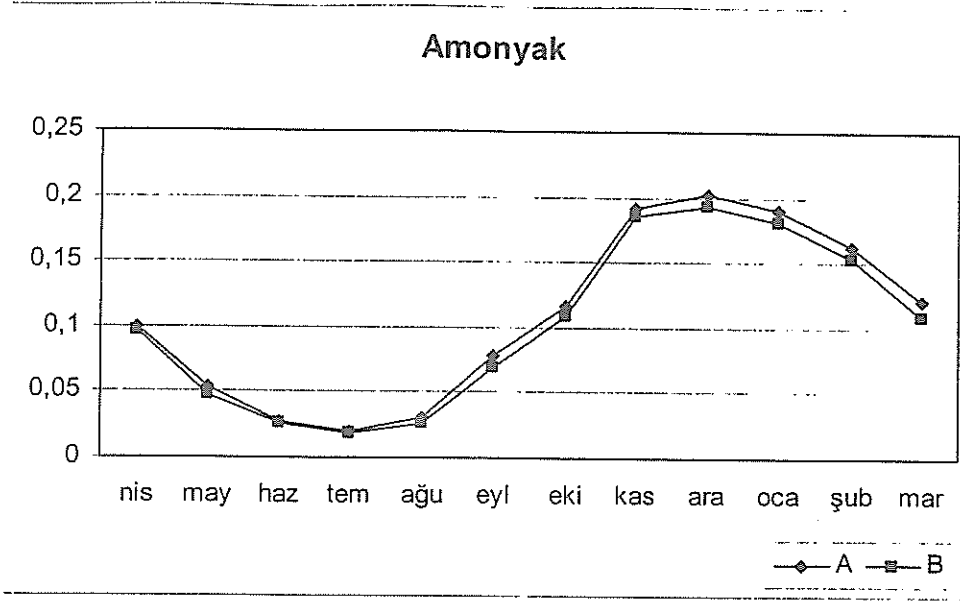
Nitrat ve nitrit ölçümleri paralel şekilde yaz ayları boyunca nispeten düşük çıkmıştır. Nitrat konsantrasyonu mevsimsel olarak istasyonlar arasında istatistiksel bir değişime girmemiştir. Bir yıl boyunca ikinci istasyondaki ölçümlerde nitrat konsantrasyonu ilk istasyona göre fazla olmuştur. Ortalama nitrat seviyesi ilk istasyonda 7.96 mg/L olurken Kureyşi deresi kaynağına yakın olan istasyonda 8.76 mg/L tespit edilmiştir. Toplam nitrat değeri şekil 4.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Yayladağı sulama göletindeki toplam nitrat değerlerinin (mg/L) olarak aylık değişimi.

4.2.7. Amonyak

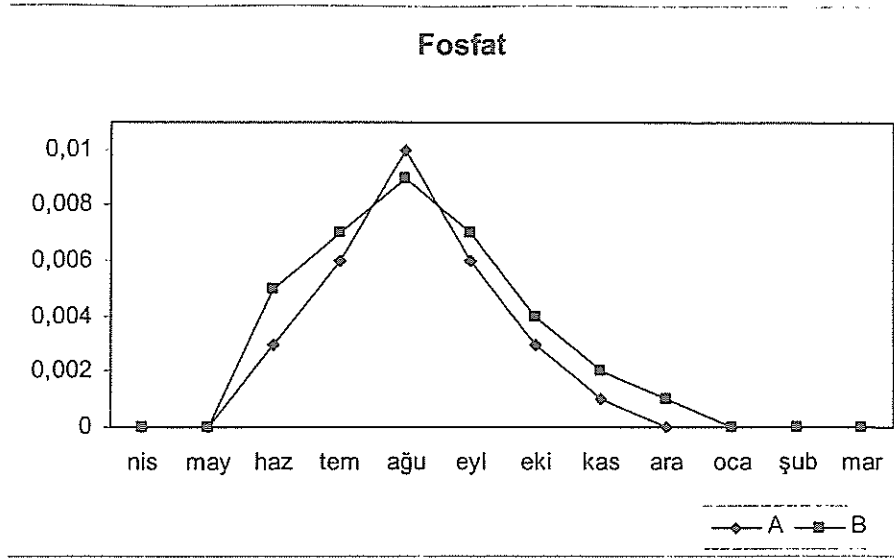
Diğer bir azot türevi olan amonyak, nitrat ve nitrit seviyelerine paralel bir dalgalanma çizmiş ve yaz aylarında düşük seviyelerde iken kış aylarında yükselmiştir. En yüksek değer 0.203 mg/L ile Aralık ayı ölçümünde kayıt edilmiştir. Amonyak ölçümlerinin yıllık istasyonlar ortalaması ilk istasyonda 0.107 ve ikinci istasyonda 0.101 mg/L bulunur. Toplam amonyak değeri şekil 4.8.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Yayladağı sulama göletindeki toplam amonyak değerlerinin (mg/L) olarak aylık değişimi.

4.2.8. Fosfat

Doğal kaynaklarının verimliliğini etkileyen bir besleyici mineral olan fosfat ilk istasyonda ortalama 0.002 seviyelerinde olup ikinci istasyonda da 0.002 seviyesinde çıkmıştır. Yaz aylarında fosfat seviyeleri her iki istasyonda artışa geçmiştir. Ekim ayından itibaren her iki istasyonda da fosfat seviyeleri düşmüştür. Araştırma denemesinin son üç ayı Ocak, Şubat ve Mart ayında ise 0 mg/L olmuştur. Fosfat konsantrasyonu aylar boyunca istasyonlar arası bir fark göstermemiştir. Toplam fosfat değeri şekil 4.9.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Yayladağı sulama göletindeki toplam fosfat değerlerinin (mg/L) olarak aylık değişimi.

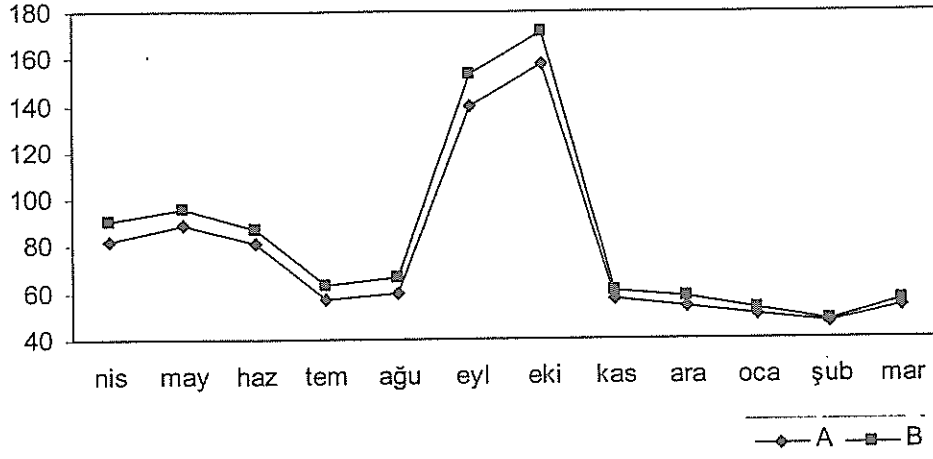
4.2.9. Tuzluluk

Tuzluluk, tatlı sularda beklendiği gibi yıl boyu değişmeyip her iki istasyonda da 0.1-0.2 ppt civarında ölçülmüştür.

4.2.10. Sülfat

Sülfat seviyesi ilk istasyonda, ikinci istasyona nazaran yıl boyunca düşük seviyede seyretmiş ortalama 77.41 mg/L ölçülmüştür. Sülfat seviyesi ikinci istasyonda ise ortalama 83.66 mg/L bulunmuştur. Eylül ayında hızla artmış ve Ekim ayında ikinci istasyonda en yüksek okuma değeri olan 171 mg/L seviyesine erişmiştir. Toplam sülfat değeri şekil 4.10.'da gösterilmiştir.

Sülfat



Şekil 4.10. Yayladağı sulama göletindeki toplam sülfat değerlerinin (mg/L) olarak aylık değişimi.

Yayladağı Sulama Göleti'nde yapılan bir yıllık çalışmanın her ay ölçülen bazı su kalitesi parametrelerinin ortalama değerleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İstasyonların yıllık ortalama su kalite parametreleri değerlikleri.

Parametre	İstasyon 1			İstasyon 2		
	Ort.	Min	Max.	Ort.	Min.	Max.
Sıcaklık (°C)	18.65	8,8	30,5	17.95	8,6	30,0
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	8,03	6,65	10,5	8,14	6,62	10,78
PH	8.47	7,92	8,77	8.43	7,91	8,75
Toplam Sertlik (mg/L CaCO ₃)	170	165	176	172	168	177
Toplam Alkanite (mg/L CaCO ₃)	170	165	178	172	167	179
NH ₃ -N (mg/L)	0.107	0,020	0,203	0.101	0,018	0,194
NO ₂ -N (mg/L)	0.014	0,001	0,028	0.018	0,002	0,030
NO ₃ -N (mg/L)	7.96	6,00	6,20	8.67	9,00	9,80
Fosfat (mg/L)	0.002	0	0,010	0.002	0	0,009
Tuzluluk (ppt)	0.18			0.18		
Sülfat (mg/L)	77.41	47	158	83.66	48	171

5. TARTIŞMA

Günümüzde ülkemiz su kaynaklarının değerlendirilmesi ve modern tarıma yönelmesi amacıyla göletler yapılmaktadır (FORYAP, 1992). Çok amaçlı kullanımı olan göletler balıklandırma çalışmaları ile de su ürünleri yetiştiriciliğine katkıda bulunmaktadır. Bizim araştırma yaptığımız Yayladağı Sulama Göleti içme suyu, rekreasyon ve tarımsal sulama amaçlı kullanımı yanında balıklandırma çalışmalarının yapıldığı bir gölettir. Bu çalışma ile Yayladağı Sulama Göleti'nin fiziko kimyasal su kalite parametreleri (Sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, toplam sertlik, toplam alkanite, nitrat, nitrit, amonyak, fosfat, tuzluluk ve sülfat) aylık olarak ölçülmüştür. Yayladağı Sulama Göleti'nde yapılan bir yıllık çalışmanın her ay ölçülen su kalitesi parametrelerinin ortalama değerleri Çizelge 5.1.'de verilmiştir.

Sıcaklık ve çözünmüş oksijen değerleri, mevsime bağlı olarak değişmiş sıcaklık artışının olduğu aylarda çözünmüş oksijen miktarında azalış, sıcaklık miktarında azalış olduğu aylarda ise çözünmüş oksijende artış gözlenmiştir. Sıcaklık ile çözünmüş oksijen arasındaki bu ilişki (COLE, 1983) tarafından da bildirilmektedir.

İlk on ay, çözünmüş oksijen içeriği aydan aya fazla değişim sergilemezken son iki ay olan Şubat ve Mart ayında ani artış ile 12-16 mg/L seviyesine ilerlemiştir. Bu ani artış muhtemelen kar sularının göl suyuna karışımı olabilir (TEPE ve ark., 2004). Göletteki su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen miktarı yıl boyunca sazan balığı yetiştiriciliğine uygundur.

Toplam sertlik ve toplam alkanite değerleri yıl boyunca birbirine yakın ve paralel değerlerde seyretmiştir. Doğal suların alkanitesi 5 ile 500 mg/L CaCO_3 arasındadır ve su havzasının jeoloji ile yakından ilişkilidir. Çoğu sularda karbonat (CO_3^{-2}) ve bikarbonat (HCO_3^-) sulara alkalilik verir. Suların sertliği ise kalsiyum (Ca^{+2}) ve magnezyum (Mg^{+2}) iyonlarından kaynaklanır. Kireçli topraklar üzerinde kurulan göletler orta ve yüksek seviyelerde toplam alkanite ve toplam sertlik değerlerine sahip olup, çoğu zaman bu iki parametre değeri birbirine eşittir (BOYD and TUCKER, 1998). Yayladağı Sulama Göleti'de kireçli ve nispeten kurak bir bölgede olduğundan orta-yüksek toplam alkanite ve sertliğe sahip olup her iki değer eşittir. Yıl boyunca suya alkali ve kireçli girdiler olmadığından her iki değerinde sabit olarak seyretmiştir. Göletin toplam sertliği ve

alkanitesinin ortalaması sırasıyla 170 ve 172 mg/L olup balık yetiştiriciliği için uygundur.

Azot türevleri olan amonyak, nitrit ve nitrat seviyelerinde yıl içinde oluşan dalgalanma birbirine paralel seyrederek, yaz aylarında düşük, kış aylarında ise yüksek olmuşlardır. Amonyak, hayvansal atıklardan oluşan en temel azotlu atık ürünüdür. Amonyak aynı zamanda azotlu organik maddelerin ayrışması sonucu da açığa çıkar (TOMASSO, 1994). Suda amonyak birikimi, sucul organizmalara toksit olduğundan istenmez ve toksit etkisi pH ve su sıcaklığı artıkça artar (EMERSON vd., 1975). Yayladağı Sulama Göleti'nde yıl boyunca amonyak seviyesinde önemli bir artış olmamış ve kabul edilebilir düzeyde olmuştur. Nitrit, amonyak azotunun gram negatif kemo-ototrofik aerobik bakteriler tarafından iki basamaklı oksidasyon olayı olan nitrifikasyon olayının orta ürünüdür. Ortamda birikim yapmaz ve ara ürün olduğundan hemen nitrate dönüşür (BOYD and TUCKER, 1998). Gölet suyunda nitrit seviyesi 0.014 mg/L gibi oldukça önemsiz seviyelerde seyretmiştir. Bu ortalama değer, toksit üst değer olan 0.3 mg/L'den on kat daha azdır.

Doğal sulardaki nitrat, inorganik bileşik azotun yaygın formudur ve kirlenmemiş göllerde bulunan nitrat, nitrifikasyonun son ürünüdür. Yayladağı Sulama Göleti'nde ortalama 8.13 mg/L olan nitrat değeri doğal sularda beklenen 2 mg/L'den biraz fazladır. Bunun nedeni ortamda bulunan organik maddenin ayrışıp, nitrifikasyonun son ürünü olan nitrate dönüşmesi ve göletin çevresinde bulunan tarımsal alanlarda kullanılan nitratlı gübrelerin yağmur sularıyla gölete karışmasıdır. Göletin nitrat değerlerinin balık yetiştiriciliği açısından bir sorun teşkil etmeyeceği düşünülmektedir.

Anahtar bir metabolik ürün olan fosfor, kirlenmemiş doğal sularda oldukça küçük miktarda bulunur ve göllerin verimliliğini belirler (TEPE and BOYD, 2003). Fosfat seviyelerinde oluşan yaz aylarındaki artış havadan fosfat bağlayabilen mavi yeşil alglerdeki artıştan veya fosfatlı gübrelerin kullanımından kaynaklanabilir (TEPE and BOYD, 2001). Ayrıca bu aylarda gelişen köklü su bitkileri de topraktaki fosforun suya geçişine yardımcı olabilirler (BOYD, 1990). Göletteki fosfat miktarı ortalama 0.002 olup, bildirilen üst sınır değerinden çok daha düşüktür.

Sülfat değeri (SO_4^{-2}) doğal sularda 5-100 mg/L arasında değişim gösterir ve mevcut çalışmada ortalama 77.41 ve 83.66 mg/L bulunmuştur ve balık yetiştiriciliği için uygundur.

Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre Yayladağı Sulama Göleti (Hatay)'nde su bulunması durumunda yıl boyunca ılık su balıkları yetiştiriciliğine (*Cyprinus carpio* v.s.), 15 Temmuz- 15 Eylül tarihleri arasında sıcak su balıkları yetiştiriciliğine (*Oreochromis niloticus*), ilkbahar, sonbahar ve kış aylarında ise soğuk su balığı kültürüne (*Oncorhynchus mykiss*) uygun olduğu tavsiye edilmektedir.

Bu araştırma ile Yayladağı Sulama Göleti'nin çözünmüş oksijen, pH, toplam sertlik, toplam alkanite, nitrit, nitrat, fosfat, tuzluluk ve sülfat'ı kapsayan fiziko kimyasal su kalitesi parametrelerine ilişkin ilk aylık veriler elde edilmiştir. Bu çalışmanın, bu bölgede balık yetiştirme faaliyetleri başta olmak üzere bundan sonra yapılacak su kalitesi çalışmalarında kullanılmak üzere bir veri tabanı oluşturmasıyla birlikte uzun dönemde oluşabilecek Yayladağı Sulama Göleti değişimlerin izlenebilmesi açısından da yararlı olacağı kanısındayız.

KAYNAKLAR

- ACU, A., 2000. Beytepe Göleti'nin Su Kalitesinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış)., Ankara Üniversitesi, Ankara.
- AKYURT, İ., 1993. Balık Yetiştiriciliğinde Su Kalitesi Yönetimi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 67 s. Erzurum
- ANONİM, 1995. Su Ürünleri ve Su Ürünleri Sanayii VI. Beş Yıllık Kalkınma Planı Ö.İ.K. Raporu, Yayın No. DPT: 2411-Ö.İ.K: 472, 66s, Ankara.
- ANONİM, 2001. Hatay Tarım İl Müdürlüğü, Hatay İli Su Kaynakları ile Sulama Tesislerinin Kullanma ve Değerlendirme Raporu. 81s, Hatay
- ANONİM, 2004. T.C. Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2003-2004 yılı Aylık Hava Tahminleri Raporları, Ankara.
- ATAY, D., ve PULATSÜ, S., 2000. Su Kirlenmesi ve Kontrolü. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1513, Ders Kitabı, 292s, Ankara.
- AYDIN, F., 1995. Balık Üretiminde Su Kriterleri Ders Notları. (Yayınlanmamış) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, Ankara.
- BARLAS, M., 1995. Akarsu Kirlenmesinin Biyolojik ve Kimyasal Yönden Değerlendirilmesi ve Kriterleri. Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. Su Ürünleri Sempozyumu, 465-479s, Erzurum.
- BAYRAM, A., 1995 Kızılırmak Deltası Yüzey Sularında Nitrat, Nitrit, Amonyak ve Toplam Koliform Parametrelerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- BOYD, C.E., and DANIELS, H.V., 1987. Performance of Surface Aerators in Saline Pond Water. Prog. Fish-Cult. 49: 306-308, U.S.A.
- , and TUCKER, C.S., 1988. Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers, 700p, Alabama
- BOYD, C.E., 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture, Auburn, AL: Auburn Universty. Alabama Agricultural Experiment Station. Pres. 482p.

- , and TUCKER, C.S., 1992. "Water Quality and Pond Soil Analyses for Aquaculture, Auburn, AL: Auburn University. Alabama Agricultural Experiment Station. Pres. 31p.
- CHEN, J.C. and CHIN, T.C., 1988. Joint Action of Ammonia and Nitrite on Tiger Prawn *Penaeus monodon* Postlarvae. *J. World Aquaculture Soc.*, 19: 143-148.
- ÇİRİK, S., ve ÇİRİK, Ş., 1999. Limnoloji (Üçüncü Baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 21, 166s, İzmir.
- COLE, G.A., 1983. Textbook of Limnology. The C.V. Mosby Company. St. LOUIS, To
- COLT, J. and ARMSTRONG, D. 1979. Nitrogen Toxicity to Fish, Crustaceans and Molluscs. Dept. Civil Eng., Univ. California, Davis. 30pp. U.S.A.
- COŞKUN, F., 1995. Kızılırmak Deltası Yüzeysel Sularında Fosfat, Demir, Sülfat, Biyolojik Oksijen İhtiyacı ve Toplam Fosfor Parametrelerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış)., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- ÇELİKKALE, M.S., 1982. Balık Üretimi Ders Notları. Zootekni Derneği Yayınları 8, 160s, Ankara.
- DHENOUP, T. and BOYD, C.E., 1994. Chemical Features of Water and Soil in Fish Farming Areas of Bhutan. *Journal of Aqua. Trop.* VOL. 9, 35-41.
- EMERSON, K., RUSSO, R.C., LUND, R.E., and THURSTON, R.V., 1975. Aqueous ammonia equilibrium calculations: Effect of pH and temperature. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 32: 2379-2388.
- ERENÇİN, Z. ve KÖKSAL, G., 1981. İçsular Temel Bilimleri. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları: 375, 160s, Ankara
- FOYRAP, A., 1992. Erzurum İlinde Yapılan Sulama Amaçlı Göletlerin Durumu, Yeterlilikleri ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma, Erzurum.
- GELDİAY, R. ve KOCATAŞ, A., 1998. Deniz Ekolojisine Giriş. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitapları Serisi No: 31, 562s, İzmir.
- GÖKSU, M.Z.L., 2003. Su Kirliliği Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 7, Ders Kitabı 232s, Adana.

- KARABATAN, A.Y., 1976. Su Kaynaklarının Planlama ve İdaresinde Ekonomik ve Mali Fizibilite, D.S.İ. Matbaası, 116.123 s, Ankara.
- KAZANCI, N., GİRGIN, S., DÜGEL, M., ve OĞUZKURT, D., 1997. Akarsuların Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesinde ve İzlenmesinde Biyotik İndeks Yöntemi, 100s, Ankara.
- KOCATAŞ, A., 1986. Oseanoloji. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitapları Serisi No: 114, Ege Üniversitesi Matbaası, 546s, İzmir.
- LAWSON, T.B., 1995. Fundamentals of Aquacultural Engineering Chapman-Hall, an International Thomson Publishing Company, 335p, U.S.A.
- MEADE, J.H., 1985. Allowable Ammonia for Fish Culture. Prog. Fish-Cult. 47: 135-145.
- MONCRIEF, J.W. and JONES, W.H., 1977. Elements of Physical Chemistry Addison Wesley Publ. Co., Inc. Reading. Mass, U.S.A.
- PALACHEK, R.M. and TOMASSO, J.R., 1984. Toxicity of Nitrite to Channel Fish (*Ictalurus punctatus*), Tilapia (*Tilapia aurea*) and Largemouth Bass (*Micropterus salmoides*): Evidence for Nitrite Exclusion Mechanism. Canada Journal Fish Aquat. Sci. 41: 1739-1744.
- ROWLAND, S.J., 1986. Site Selection, Design and Operation Aquaculture Farms, p.11-22. In: P.Owen and J. Bowden (eds.) Freshwater Aquaculture in Australia. Rural Press Queensland, Brisbane, Queensland, Australia.
- RUFFIER, P.J., BOYLE, W.C., and KLEINSCHMIOT, J., 1981. Short-term Acute Bioassays to Evaluate Ammonia Toxicity and Effluent Standards. J. Water Pollution Control Fed., 53:367-377
- SEÇER, S. 1997. Su Toksikolojisi Ders Notları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü (Yayınlanmamış), Ankara
- STANDART METHODS, 1989. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, 17th edition, American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF), Washington, U.S.A.

- STEEL, R.G.D. and TORRIE, J.H., 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Company, New York, U.S.A..
- ŞEN, B. ve TOPRAK, G. 1995. Bazı Kaynak Sularının Su Kalitesi Açısından Araştırılması. Doğu Anadolu Bölgesi I ve I Su Ürünleri Sempozyumu, 584-592s, Erzurum.
- TEPE, A.Y., ve MUTLU, E., 2004. Arsuz Deresi (Hatay) Su Kalitesinin Fiziko-Kimyasal Yöntemlerle Belirlenmesi. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları. V. Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları 04 Konferansı Bildiriler kitabı Ed. E. Özhan ve H. Evliya, 705-711s, Adana.
- TEPE, Y. and BOYD, C.E., 2001. A Sodium-Nitrate-Based, Water Soluble, Granular Fertilizer for Sport Fish Ponds. North American Journal of Aquaculture, Vol. 63: 322-328.
-, 2002. Sediment Quality in Arkansas Bait Fish Minnow Ponds. Journal of World Aquaculture Society. Vol.33, No.3.
-, 2003. A. Reassessment of Nitrogen Fertilization for Sunfish Ponds, Journal of World Aquaculture Society. Vol. 34, No.4, p.505-511
- TEPE, Y., MUTLU, E., ve TÜRKMEN, A., 2004. Yayladağı Görentaş Göleti (Hatay) Su Kalitesi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. (Basımda).
- TOMASSO, J.R., 1994. The toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. Reviews of Fisheries Science 2: 291-314.
- TRUSSEL, R.P., 1972. The percent un-ionized ammonia in aqueous ammonia solutions at different pH levels and temperatures. J.Fish. Resch. Bd. Canada Vol. 29p. 1739-1744.
- USLU, O. ve TÜRKMAN, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1, 364s, Ankara.
- YANIĞ, T., ÇİLTAŞ, A., ve ARAS, M., 2001. Balık Yetiştiriciliğinde Su Kalitesine Giriş. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, No: 225, 132s, Erzurum.

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Bartın'da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Bartın'da, lise öğrenimimi Ankara'da tamamladım. 1995 yılında girdiğim Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesi'nden 1999 yılında Su Ürünleri Mühendisi ünvanıyla mezun oldum. 2002 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim dalında yüksek lisans öğrencisi olarak devam etmekteyim.

TEŞEKKÜR

Bana bu konuda çalışma fikrini veren danışman hocam Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dekan Yardımcısı Sayın Yrd.Doç.Dr. A.Yalçın TEPE'ye saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca ilgi ve desteklerini gördüğüm Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dekanı Sayın Prof.Dr. İhsan AKYURT'a, Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Ana Bilim Dalı Başkanı Sayın Doç.Dr. Mustafa TÜRKMEN'e, ve Yrd.Doç.Dr. Şehriban ÇEK'e, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof.Dr. Telat YANIK'a, arazi çalışmalarında bana destek olan Hatay Tarım İl Müdürü Sayın Selahaddin MERMİ'ye, Hatay Tarım İl Müdür Yrd. Sayın Kazım GÜNTÜRK'e, Su Ürünleri Mühendisi Sayın Ufuk SAKALLI'ya, Su Ürünleri Mühendisi Sayın Deniz GEYİK'e ve Su Ürünleri Mühendisi Sayın Mehmet Emin KELEŞ'e, İstatistiki analizlerin yapılmasında yardımcı olan yüksek lisans öğrencisi Sayın Mete DİNLER'e, laboratuvar çalışmalarına katkıda bulunan Sayın Dr.Aysun TÜRKMEN'e, tezimin yazımını itina ile gerçekleştiren ve sabırla gayret gösteren Sayın Fırat AKGÜN'e teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim.

Araştırmamın her aşamasında yanımda olan, benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme de şükranlarımı sunarım.

EKREM MUTLU

HATAY

2004