

**T.C.
NEV EH R HACI BEKTA VEL ÜN VERS TES
FEN B L MLER ENST TÜSÜ**

**TATLAR N BARAJ GÖLÜ'NDEK SU K RL L N N
BAZI CYPRINIDAE TÜRLER NE GENOTOKS K
ETK S N N M KRONÜKLEUS TEST LE
BEL RLENMES**

**Tezi Hazırlayan
Selen KUTO LU**

**Tezi Yöneten
Prof. Dr. Erdo an Ç ÇEK**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**OCAK 2017
NEV EH R**

**T.C.
NEV EH R HACI BEKTA VEL ÜN VERS TES
FEN B L MLER ENST TÜSÜ**

**TATLAR N BARAJ GÖLÜ'NDEK SU K RL L N N
BAZI CYPRINIDAE TÜRLER NE GENOTOKS K
ETK S N N M KRONÜKLEUS TEST LE
BEL RLENMES**

**Tezi Hazırlayan
Selen KUTO LU**

**Tezi Yöneten
Prof. Dr. Erdo an Ç ÇEK**

**Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**OCAK 2017
NEV EH R**

Prof. Dr. Erdoğan ÇİÇEK danışmanlığında **Selen ÇATAK** tarafından hazırlanan “**Tatların Baraj Gölü’ndeki Su Kirliliğinin Bazı Cyprinidae Türlerine Genotoksik Etkisinin Mikronükleus Testi ile Belirlenmesi**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

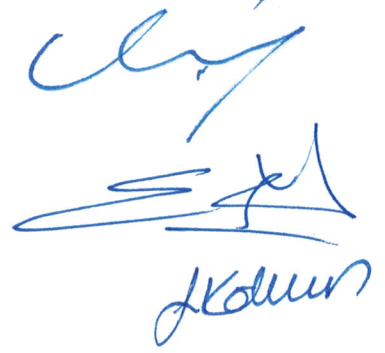
19.01.2017

JÜRİ:

Başkan : Prof. Dr. Erdoğan ÇİÇEK

Üye : Yard. Doç. Dr. Emre YAVUZER

Üye : Yard. Doç. Dr. Seval ARAS



ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulu’nun **23/01/2017** tarih ve **06/29** sayılı kararı ile onaylanmıştır.

23/01/2017


Doç. Dr. Şahlan ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.


Selen ÇATAK

TE EKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince bilgilerimi benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğinden esirgemeyen ve güler yüzünü hiç eksik etmeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Erdoğan ÇEK'e,

Tez çalışmam süresince her türlü konuda desteğinden esirgemeyen Dr. Sevil SUNGUR BREC KL G L'e,

Teknik ve idari yardımlarından dolayı Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Dekanlığına, Biyoloji Bölüm Başkanlığına ve Fen Bilimleri Enstitüsü'ne tekkür eder,

Öğrenim hayatım ve tüm yaşamım boyunca maddi ve manevi olarak her zaman desteklerini hissettiren değerli aileme minnettarlığımı sunarım.

Ayrıca bu çalışmam materyallerinin Doç. Dr. Ramazan MERT'in yürütücüsü olduğu NEÜBAP-13F40 nolu BAP projesi kapsamında elde edilmiş olması nedeniyle Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine de tekkür ederim.

**TATLARIN BARAJ GÖLÜ'NDEKİ SU KİRLİLİĞİNİN BAZI CYPRINIDAE
TÜRLERİNDE GENOTOKSİK ETKİSİNİN MİKRONÜKLEUS TESTİLE
BELİRLENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Selen KUTOĞLU

**NEVİRHACI BEKTAŞ VE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ocak 2017

ÖZET

Bu çalışmada Tatların Baraj Gölünün fiziko-kimyasal özelliklerini ortaya çıkarmak ve varsa kirliliğin suda yaşayan balıklar üzerine genotoksik etkisini ortaya çıkartmak amacıyla yapılmıştır. Çalışma Nisan 2013-Mayıs 2014 tarihleri arasında aylık periyotlarla yürütülmüştür. Ölçümü yapılmış olan parametrelere ait yıllık ortalama değerler; su sıcaklığı 15,5 °C, çözünmüş oksijen 6,44 mg/L, elektriksel iletkenlik 622,9 µmho/cm, toplam çözünmüş madde 0,519 mg/L (TÇM), tuzluluk 0,40 mg/L, pH 10,67, nitrit 0,77 mg/L, nitrat 1,14 mg/L, amonyak 2,67 mg/L, amonyum 1,54 mg/L, potasyum 17,56 mg/L, sülfat 63,7 mg/L, flor 0,57 mg/L, klor 48,23 mg/L, askıda katı madde (AKM) 44,75 mg/L, sertlik 10,82 mg/L, CaCO₃ 195,67 mg/L, fosfat 2,96 mg/L, kimyasal oksijen ihtiyacı (KO₂) 74,05 mg/L ve biyolojik oksijen ihtiyacı (BO₅) 12,5 mg/L olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda Tatların Baraj Gölü'nün Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne (SKKY) göre kirlilik sınıflamasında “çok kirli sular” kategorisine yakın olduğu sonucuna varılmıştır. Tatların Baraj Gölü'ndeki *Carassius gibelio* eritrositlerinde mikronükleus (MN) frekansı 6,12±3,61 ve *C. auratus* eritrositlerinde ise 5,57±2,3 olarak belirlenmiştir. Buna göre Tatların Baraj Gölü'ndeki su kirliliğinin genotoksik etki gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Carassius gibelio, Carassius auratus, Mikronükleus, Mikronükleus Testi, genotoksik.

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Erdoğan ÇEK

Sayfa Adedi: 55

**DETERMINATION OF THE GENOTOXIC EFFECT OF WATER POLLUTION
ON SOME CYPRINIDAE SPECIES BY MICRONUCLEUS TEST IN
TATLARIN DAM LAKE**

(M. Sc. Thesis)

Selen KUTO LU

**NEV EH R HACI BEKTA VEL UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

January 2017

ABSTRACT

This study was conducted to identify physico-chemical features of water of Tatlarin Dam Lake which located within the boundaries of Avanos-Nev ehir and if water pollution is intended to reveal the genotoxic effect on aquatic fish. During the study, the water samples were taken monthly periods. The measured data were given as following: for Tatlarin Dam Lake: water temperature 15.5 °C, dissolved oxygen 6.44 mg/L, conductivity 622.9 µmho/cm, total dissolved solution 0.519 mg/L (TDS), salinity 0.40 mg/L, pH 10.67, nitrite 0.77 mg/L, nitrate 1.14 mg/L, ammonia 2.67 mg/L, ammonium 1.54 mg/L, potassium 17.56 mg/L, sulphate 63.7 mg/L, flüorine 0.57 mg/L, chlorine 48.23 mg/L, suspended solids (SS) 44.75 mg/L, hardness 10.82 mg/L, CaCO₃ 195.67 mg/L, phosphate 2.96 mg/L, chemical oxygen demand (COD) 74.05 mg/L, biological oxygen demand (BOD) 12.5 mg/L. According to the results, it was identified that Tatlarin Dam Lake which, according to the classification of Water Pollution Control Regulation (WPCR) its said to be very close to the polluted waters category. Micronucleus frequency was found to be 6.12±3.61 in *C. gibelio*, and was found to be 5.57±2.34 in *C. auratus* in Tatlarin Dam Lake. The water pollution in Tatlarin Dam Lake can say that showed genotoxic effects.

Key Words: Carassius gibelio, Carassius auratus, Micronucleus, Micronucleus Test, Genotoxic.

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Erdo an Ç ÇEK

Page Number: 55

Ç NDEK LER

	Sayfa No
KABUL VE ONAY	i
TEZ B LD R M SAYFASI	ii
TE EK KÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
Ç NDEK LER	vi
TABLolar L STES	viii
EK LLER L STES	ix
S MGE VE KISALTMALAR L STES	xi
1. BÖLÜM	
G R	1
1.1. Su Kirlili i.....	1
1.2. Genetik Toksikoloji.....	3
1.2.1. Genetik Toksikoloji Testleri	4
1.2.2. Mikronükleus ve Mikronükleus Testi	4
1.2.3. Akuatik Toksikolojide Mikronükleus Testi	5
2. BÖLÜM	
ÖNCEK ÇALI MALAR	8
3. BÖLÜM	
MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Çalı ma Sahası	13
3.2. Örneklerin Toplanması.....	14
3.3. Mikronükleus Testi	16
3.3.1. Mikronükleus Sayım Kriterleri	17
3.3.2. Morfolojik Nükleus Düzensizlik Analizi	18
4. BÖLÜM	
BULGULAR VE TARTI MA	19
4.1. Hava Sıcaklı ı	19
4.2. Su Kalitesi Parametreleri	19

4.2.1. Su Sıcaklığı	21
4.2.2. Çözünümlü Oksijen	22
4.2.3. Elektriksel İletkenlik	22
4.2.4. Toplam Çözünümlü Madde	23
4.2.5. Tuzluluk	24
4.2.6. pH	24
4.2.7. Nitrit (NO ₂)	25
4.2.8. Nitrat (NO ₃)	26
4.2.9. Amonyak (NH ₃)	27
4.2.10. Amonyum (NH ₄)	28
4.2.11. Potasyum	28
4.2.12. Sülfat	29
4.2.13. Florür	30
4.2.14. Klor	30
4.2.15. Askıda Katı Madde	31
4.2.16. Sertlik	33
4.2.17. Kalsiyum karbonat (CaCO ₃)	33
4.2.18. Fosfat (PO ₄)	34
4.2.19. Kimyasal Oksijen İhtiyacı	35
4.2.20. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı	35
4.3. Su Kalitesi Parametrelerinin Değerlendirilmesi	36
4.4. Mikronükleus Analizi ve Nükleus Düzensizlikleri	38
5. BÖLÜM	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	43
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ	53

TABLolar L STES

Sayfa No

Tablo 1.2. Genetik toksisite taraması için ve halen resmi test rehberleriyle ili kili olan ticari kimyasalların düzenleyici onayı için kullanılan testler	5
Tablo 4.1. Tatların Baraj Gölü Bazı Su Kalitesi Parametreleri.....	20
Tablo 4.2. Tatların Baraj Gölü'ndeki <i>Carassius gibelio</i> ve <i>Carassius auratus</i> eritrositlerinde mikronükleus frekansları	40
Tablo 4.3. Tatların Baraj Gölü'ndeki <i>Carassius gibelio</i> ve <i>Carassius auratus</i> eritrositlerinde tomurcuklu nükleus frekansları	40
Tablo 4.4. Tatların Baraj Gölü'ndeki <i>Carassius gibelio</i> ve <i>Carassius auratus</i> eritrositlerinde çentikli nükleus frekansları.....	41
Tablo 4.5. Tatların Baraj Gölü'ndeki <i>Carassius gibelio</i> ve <i>Carassius auratus</i> eritrositlerinde loblu nükleus frekansları.....	41
Tablo 4.6. Tatların Baraj Gölü'ndeki <i>Carassius gibelio</i> ve <i>Carassius auratus</i> eritrositlerinde binükleus frekansları.....	41

EKLER LİSTESİ

Sayfa No

ekil 1.1. Tatların Baraj Gölünde meydana gelen balık ölümlerine ilişkin haber küpürleri.	7
ekil 3.1. Tatların Baraj Gölü haritası.	13
ekil 3.2. Tatların Baraj Gölü	14
ekil 3.3. Su analizlerinde kullanılan multiparametre	15
ekil 3.4. Su analizlerinde kullanılan spektrofotometre.	15
ekil 3.5. Örneklemeye ait görüntüler.	16
ekil 3.6. Yayma preparatların hazırlanması	17
ekil 3.7. Preparatların boyama kuvvetlerine yerleştirilmesi.	17
ekil 4.1. Tatların Baraj Gölü aylık hava sıcaklığı değişimleri.	19
ekil 4.2. Tatların Baraj Gölü su sıcaklığının aylık değişimi.	21
ekil 4.3. Tatların Baraj Gölü çözünmüş oksijen değerinin aylık değişimi.....	22
ekil 4.4. Tatların Baraj Gölü elektriksel iletkenlik değerinin aylık değişimi.....	23
ekil 4.5. Tatların Baraj Gölü toplam çözünmüş madde değerinin aylık değişimi.	23
ekil 4.6. Tatların Baraj Gölü tuzluluk değerinin aylık değişimi.	24
ekil 4.7. Tatların Baraj Gölü pH değerinin aylık değişimi.	25
ekil 4.8. Tatların Baraj Gölü nitrit değerinin aylık değişimi.....	25
ekil 4.9. Tatların Baraj Gölü nitrat değerinin aylık değişimi.....	26
ekil 4.10. Tatların Baraj Gölü amonyak değerinin aylık değişimi.....	27
ekil 4.11. Tatların Baraj Gölü amonyak değerinin aylık değişimi.....	28
ekil 4.12. Tatların Baraj Gölü potasyum değerlerinin aylık değişimi.....	29
ekil 4.13. Tatların Baraj Gölü sülfat değerlerinin aylık değişimi.	30

ekil 4.14. Tatların Baraj Gölü florür de erlerinin aylık de i imi.....	31
ekil 4.15. Tatların Baraj Gölü klor de erinin aylık de i imi.....	31
ekil 4.16. Tatların Baraj Gölü askıda katı madde de erinin aylık de i imi.	32
ekil 4.17. Tatların Baraj Gölü sertlik de erinin aylık de i imi.	33
ekil 4.18. Tatların Baraj Gölü CaCO ₃ de erinin aylık de i imi.	34
ekil 4.19. Tatların Baraj Gölü fosfat de erinin aylık de i imi.	34
ekil 4.20. Tatların Baraj Gölü kimyasal oksijen ihtiyacı de erinin aylık de i imi.....	35
ekil 4.21. Tatların Baraj Gölü biyolojik oksijen ihtiyacı de erinin aylık de i imi.....	36
ekil 4.22. Mikronükleus (MN) ve Çentikli nükleusların (ÇN) görünümü.....	39

S MGE VE KISALTMALAR L STES

- PAH : Polisiklik aromatik hidrokarbonlar
- UV : Ultraviyole
- DNA : Deoksiribonükleik asit
- OECD : Organisation for Economic Co-operation and Development = Ekonomik Kalkınma ve Birli i Örgütü
- EPA : Environmental Protection Agency = Çevre Koruma Ajansı
- US-EPA: Amerika Birle ik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
- CHO : Chinese hamster ovary = Çin hamsteri ovariumu
- HPRT : Hypoxanthine-guanine Phosphoribosyl Transferase
- UDS : Unscheduled DNA Synthesis = Planlanmamı DNA Sentezi
- CSGMT/JEMS. MMS : The Collaborative Study Group for the Micronucleus Test (CSGMT), The Mammalian Mutagenesis Study Group of the Environmental Mutagen Society of Japan
- MN : Mikronükleus
- IGWT : Uluslararası Genotoksisite Test Prosedürleri Standartları Çalı tayı
- SKKY : Su Kirlili i Kontrol Yönetmeli i
- TÇM : Toplam Çözünmü Madde
- AKM : Askıda Katı Madde
- KO : Kimyasal Oksijen htıyacđ
- BO : Biyokimyasal Oksijen htıyacđ
- TN : Tomurcuklu Nükleus
- ÇN : Çentikli Nükleus
- LN : Loblu Nükleus
- BN : Binükleus
- S : Standart sapmayı
- \bar{x} : Ortalama
- VK : Varyasyon Katsayısı
- km : Kilometre
- km² : Kilometre kare
- hm : Hektometre
- hm³ : Hektometre küp

m : Metre
cm : Santimetre
mm : Milimetre
g : Gram
mg : miligram
L : litre
°C : Santigrat derece
X² : Khi Kare
Dk : Dakika
Ppt : Parts Per thousand
Ppm : Parts Per million

BÖLÜM 1

G R

1.1. Su Kirlili i

Sucul ortamlar ço unlukla insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan etmenler nedeniyle kirlenmekte ve kirlilik tehdidi günden güne artı göstermeye devam etmektedir. Kirlenen sulardaki canlıların ya amsal faaliyetleri de do rudan veya dolaylı olarak etkilenmektedir.

Ya mur suları atmosferi temizlemekte ve bunun bir sonucu olarak bu ya mur suları çözünmü asitler ve organik bile ikler ile birlikte bakır, kur un, cıva vb. gibi a ır metalleri de bünyesinde almaktadır. Nehirler, akarsular ve göller gibi suların toplandı ı rezervuarlar ya mur sularının birikmesi ile kirlenmektedir.

Yeryüzünde bulunan sulara göre daha filtre halde ve daha az kirletici içeren yer altı suları ise topraktaki toksik maddeler ve toprak ve sudaki kimyasal reaksiyonlar sonucu kirlenebilmektedir [1].

Kömür madencili i yaygın bir çevresel etkiye neden olmaktadır. Kömürlerin dı yüzeyi içerdi i metalleri ve kimyasını yansıttı ndan a ır metal ve asidik içerikleri barındırmaktadır. Yüzey kömür madencili i nehir ve derelere içerdi i toksikleri yaymasının yanında bitki vejetasyonunu da bu içerdi i toksik maddelerle olumsuz ekilde etkilemektedir. Bu da suların kirlenmesine ve sularda toksik maddelerin birikimine yol açmaktadır [2, 3].

Metal madencili inde ise metallerin erimesi sırasında, maden topra ının içinde çok küçük miktarında asıl materyal olması sebebiyle çok fazla atık ortaya çıkmaktadır. Örne in bakır (Cu) madencili inde çok fazla maden atı ı üretilmekte, kobalt (Co) eritildi inde 1 mg kobalttan yakla ık olarak 0,11 mg sülfür üretilmekte, altın ve di er metallere genellikle pirit (FeS_2) ve arsenopirit ($FeAsS$) gibi sülfidlerin bulundu u yerlerde bulunmaktadır ve cevherlerin maden faaliyetleri sırasında havaya bu sülfidler

karı arak suyu oksidize ederek suyu asitle tirerek pH'sını neredeyse 2'nin altına kadar dü ürmektedir [4].

Çelik ve di er metal i lemeleri, gıda i lemeleri, tekstil ve kimyasal üretim tesisleri gibi çe itli fabrika ve tesisler toksik maddeler üretmekte ve bu toksik maddeler do rudan veya dolaylı olarak sulara karı maktadır [1].

Tarımsal faaliyetler sonucu suya patojenler, besin maddeleri, herbisit, pestisitler vb. gibi kimyasallar karı arak su kaynaklarını kirletmektedir. Kümes ve ahır gibi küçük bir alanda çok sayıda hayvan yeti tirilmesi sonucu birim alana dü en hayvan artıklarının miktarı normal sınırı a arak patojenlerin birikmesine ve bunların suya karı masına sebep olmaktadır [5].

Hayvansal atıklar ve kimyasal gübreler, bitki yeti tiricili inde topra a gerekli azot, fosfor ve eser elementlerin sa lanması için kullanılmaktadır. Bunların bir kısmı bitkiler tarafından alınırken bir kısmı toprakta kalır ya da yüzey akı ları, rüzgar gibi atmosferik olaylar ile sulara karı maktadırlar. Sularda besin elementlerinin artı ı ötrofikasyona neden olmakta ve mavi ye il algalenin artması toksik metabolitlerin üretilerek suya karı masına neden olmaktadır. Ayrıca yüksek miktarda nitratın içme sularında bulunması nitrat toksikozuna sebep olmaktadır.

Pestisitlerin tarımsal kullanımı yakla ık olarak %80 oranlarında olup tarımsal amaçlı olarak kullanılan pestisitler kazara olan dökülmeler, buharlaşma vb. olaylar ile atmosferik olarak ta nımlar, mahsüllere uygulama yöntemleri ile da ılma veya çözülebilir pestisitlerin do rudan topra a karı ması ile yer altı ve yer üstü sularına karı abilmektedir [6].

Enerji üretimi de çe itli yollarla kirleticilerin sulara karı masında rol oynamaktadır. Petrol üretimi, kömür madencili i, elektrik üretimi için nükleer reaktörlerin çalı ması sonucu suların ısınması gibi çe itli enerji üretim yolları ile sular kirlenmektedir [1].

Ham petrolün sondajı, pompalama ve ta nması i lemlerinde dökülüp saçılmalar olabilmekte ve bunun sonucunda alifatik, aromatik ve polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) suya karı maktadır. Ayrıca petrol rafinerilerinden alifatik ve aromatik hidrokarbonlar, fenoller, sülfidler, aminler, karbonil bile ikler ve a ır metallere

gibi organik ve metalik toksikanlar içermekte olan çok miktarda atık su boşaltılmaktadır [7, 8].

Reaktörler ve diğer endüstriyel alanlarda büyük miktarlarda soğutma suları kullanılmakta olup ısınmış olan suyun alıcı ortamlara deşarj edilmesi sonucu su bitkilerine ve sucul canlılara zarar verebilmekte olup ayrıca çeşitli kimyasal reaksiyonları katalizlediğinden suları da kirletebilmektedir [6].

Kentsel yüzeysel akı dünyanın çoğuş yerinde su kirliliğinin başlıca sebeplerinden biridir. Bu yüzeysel akı sular patojenler, hidrokarbonlar (PAH içeren), pestisitler, ağır metaller (kadmiyum, bakır, krom, kurşun, çinko ve demir içeren) içeren toksikanlar barındırırlar [9-13].

Temizlik maddeleri, kozmetik ürünler, deodorantlar, dezenfektanlar, ev ve bahçede kullanılan pestisitler, ilaçlar, boya ve boya ürünleri, koruyucular ve sabunlar gibi ev ve kişisel bakım ve temizlikte kullanılan ürünlerin içerdiği kimyasal maddeler de suya karışarak su kirliliğine sebep olmaktadır [14].

1.2. Genetik Toksikoloji

Genetik toksikoloji, kimyasallar ve radyasyonun kalıtsal materyaller, DNA ya da hücreler üzerindeki toksik etkilerini incelemektedir. Genetik toksikoloji ayrıca mikronükleus formasyonunu, kromozomal anormallikleri, kromozomal aneuploidileri ve memeli hücrelerindeki morfolojik ve neoplastik transformasyonları da kapsamaktadır. Buna ek olarak kimyasal karsinojenleri ve bunların onkogenleri aktivasyonunu, tümör supresör genlerindeki kötü huylu mutasyonları da incelemektedir. Genetik toksikoloji araştırmacılara DNA hasarını, kimyasal karsinojen UV ve iyonize radyasyonun mutajenik ve karsinojenik etkilerini ölçmeye olanak tanımaktadır [15].

1.2.1. Genetik Toksikoloji Testleri

Genetik toksikoloji testleri mutasyon, kromozom anomalileri ya da DNA hasarına neden olan maddeleri belirlemede kullanılırlar. Genetik hasara olan endişe, genetik hasara maruz kalan bireylerin çocuklarında kalıtsal genlerin ve kromozomal germ hücrelerinin mutasyonu endişesi ile bağlantılıdır. Bu endişe çeşitli kurum ve kuruluşların belgelerine de yansımıştır. Kalıtsal mutasyonlara ek olarak karsinogenez için olan endişeler de EPA Pesticit ve Toksik Maddeler Ofisi test emalarına ve OECD uluslararası uyumlaştırılmış test rehberine de yansımıştır olup bu testlerde mutajenler insanlarda kalıtsal mutasyonlara yol açma potansiyellerine göre sınıflandırılmışlardır.

1.2.2. Mikronükleus ve Mikronükleus Testi

Mikronükleus; ana çekirdekten ayrı, asentrik kromozom veya kromatid fragmanlarından veya mitoz sırasında telofazın tamamlanmasında anafazda ayrılma sırasında ipliklerine tutunmadığından çekirdeğe dahil olmayan DNA parçalarıdır. Dolayısıyla mikronükleus, anafazda asentrik fragmanlara neden olan kromozom kırılmaları gibi klastojenik veya anöjenik mekanizmalar sonucu oluşabilmektedir [17]. Mikronükleus sayısındaki artışın, ajanların olumsuz sayısal ve yapısal olarak kromozom defektlerinin dolaylı bir göstergesi şeklinde değerlendirilebilmektedir. Mikronükleus ara safhalı hücrelerde kolaylıkla saptanabilir ve sonuç olarak gözle hızla skorlanabilir veya analiz otomatik hale getirilebilir. Mikronükleus testi, *in vivo* ve *in vitro* olarak uygulanabilen bir test olmakla beraber sitogenetik hasarı tespit etmede, kromozom analizlere kıyasla kolay uygulanabilmesi, daha fazla hücre sayımı yapılması ve istatistiki açıdan daha anlamlı sonuç eldesi gibi avantajlardan dolayı kullanım alanı yaygındır [18].

Tablo 1.2. Genetik toksisite taraması için ve halen resmi test rehberleriyle ilgili olan ticari kimyasalların düzenleyici onayı için kullanılan testler [16]

Test	Test Örnekleri	ncelenen	Test Numarası (OECD - EPA)
Bakteriyel Mutagenisite	Ames (Salmonella) testi, Escherichia coli testi	Gen mutasyonları	471-870.510 0
Memeli Hücre Mutasyonu	Fare lenfoma testi, CHO-HPRT testi	Gen mutasyonları	476-870.530 0
Memeli Hücre Sitogeneti i	CHO, CHL veya insan lenfosit kromozom aberasyonu veya MN testi	Kromozom hasarı, Nondisjunksiyon	473, 487-870.537 5
Bakteriyel DNA Hasarı	SOS Testi	DNA Hasar Onarımı	870.550 0
Memeli Hücre DNA Hasarı	UDS, Comet Testi, Di er Testler	DNA Hasarı	482-870.550 0
Transgenik Kemirgen Gen Mutasyonu	BigBlue Mouse, MutaMouse	Çe itli dokularda gen mutasyonları	
Kemik li i Sitogeneti i	Aberasyonlar, MN Testi, Anöploidi Testleri	Kromozom Hasarı, Nondisjunksiyon	475-870.538 5 474-870.539 5
DNA Hasarı	Karaci er UDS, Comet Testi, Di er	Zincir Kırıkları Olu turan DNA Hasarı	486
Kalıtısal Gen Mutasyonları	Fareye Özgü Lokus Testi	F1 Gen ya da Kromozom Hasarı	870.519 5 870.520 0
Erkek Germ Hücre Sitogeneti i	Spermatogonyal, Spermatozoid Sitogeneti i	Kromozom Hasarı	483-870.538 0
Sperm Hücre Kromozom Hasarı	Dominant Lethal Test	Embriyo Ya amı ile Uyumsuz Kromozom Hasarı	478-870.545 0
Kalıtısal Sperm Hücre Kromozom Hasarı	Kalıtısal Translokasyon Testi	Kalıtısal (F1) Kromozom Düzenlemeleri	485-870.546 0

1.2.3. Akutik Toksikolojide Mikronükleus Testi

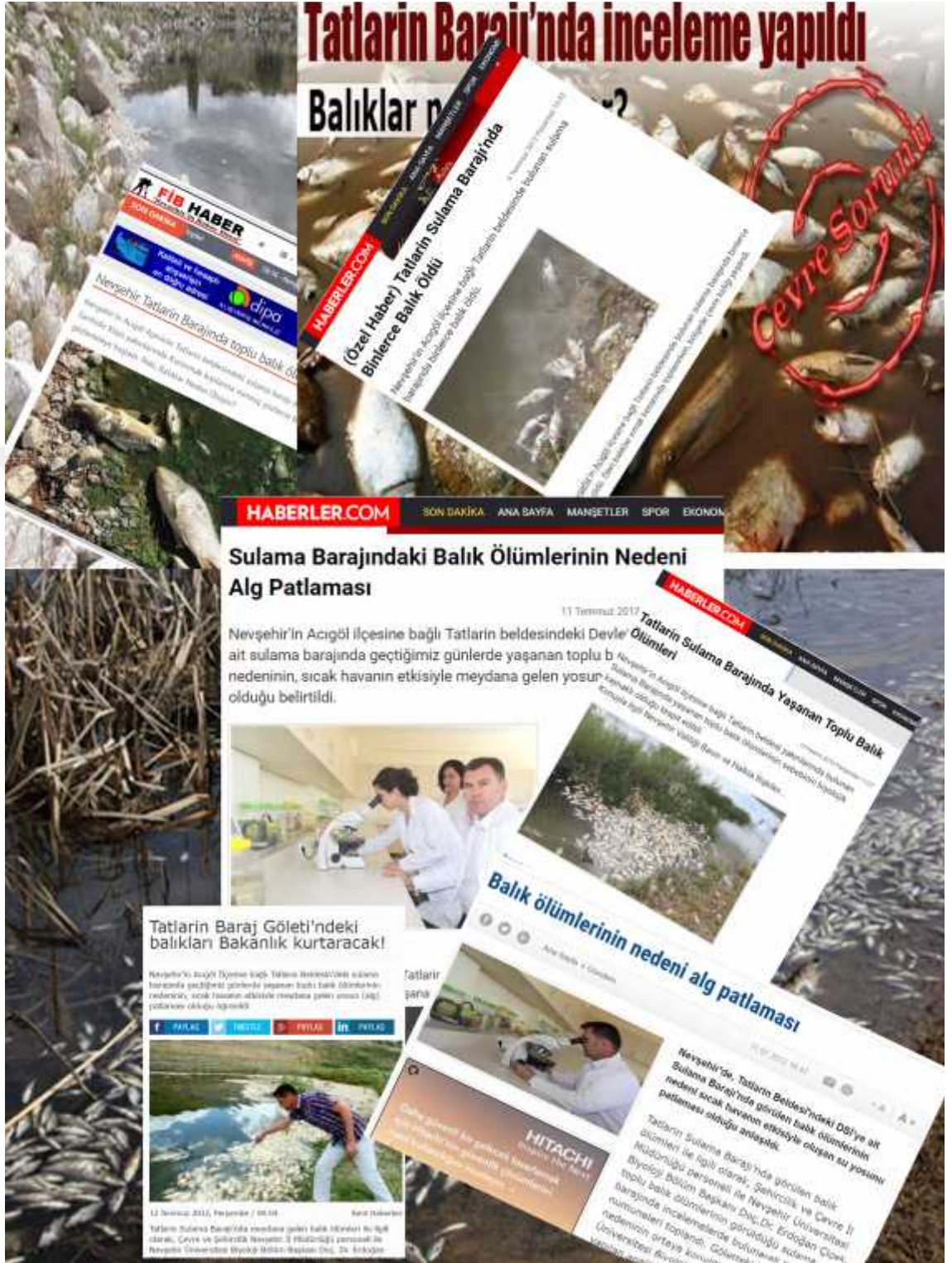
Amerika Birle ik Devletleri Çevre Koruma Ajansı tarafından 1979 yılında 129 maddelik öncelikli çevre kirletici listesi yayınlamı tır [19]. Takip eden yıllarda bu liste yıldan yıla yeni maddelerin eklenmesi ile artı göstermi tir. OECD, 1994 yılında mevcut olan 100.000'e yılda yakla ık 1,500 yeni kimyasalın eklendi ini öne sürmektedir. Endüstriyel teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, endüstriyel atık kaynakları daha da karma ık bir hale gelmekte ve bundan dolayı da atık suyun toksisitesi daha ciddi düzeylere ula maktadır. Havayı ve topra ı kirleten do al veya antropojenik kirleticiler nihayetinde su ortamına da ula maktadı ve bu atıkların birikimi ve kalıcılı ı biyolojik ya amı tehdit eder hale gelmektedir. Kirleticilerin sucul ekosistemlere atılmasının hem bentozda hem de demersal ve pelajik gıda zincirlerinde birikmesine yol açabilece i bilinmektedir ve bu nedenle insan popülasyonu suda ya ayan gıdalarda

bulunan toksik maddelere ömür boyu maruz kalmaktadır. Bu nedenle, kirleticilerin suda ya ayan organizmalar üzerinde hangi etkileri varsa bunların belirlenmesi oldukça önemlidir [20].

Suların biyolojik denetimi, kirletici konsantrasyonlarının sucul canlıların dokularındaki tespiti ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu prosedür "doz göstergeleri" ve "etki göstergeleri" olarak isimlendirilen biyolojik parametrelerin muhtemel de i ikliklerini ortaya çıkaran biyolojik belirteçlerdir. Doz göstergelerinin kullanılması, nelerin aranması gerektiğine ilişkin bilgiyi ima ederken, etki göstergelerinin kullanılması, henüz tanımlanmamış maddeler tarafından üretilen hasarın tespit edilmesine izin vermektedir. Bu biyolojik göstergeler arasında, muhtemel kanserojenik özelliklere sahip sayısız madde tarafından üretilen hasarın tespit edilmesine izin vermesi için sitogenetik testler özellikle yararlıdır. Stahl endüstriyel atık suların %30'unun genotoksik kimyasallarla kirlendiğini belirtmektedir [21, 22]. Günümüzde bu durumun çok yüksek seviyelere ulaşmış olduğunu tahmin etmek zordur.

Mevcut sitogenetik tahlillerde klostojenik ve anevizik ajanların neden olduğu yapısal ve sayısal kromozomal aberasyonların tespitinde sıklıkla mikronükleus testi kullanılmaktadır. Mikronükleus testinin laboratuvar ara tırmalarında ksenobiyotiklerin genotoksitesini de erlendirmek ve *in situ* çalışmaları sırasında su kalitesini de erlendirmek için uygun bir araç olduğu kanıtlanmıştır [20].

Tatların Barajı hemen hemen her yaz döneminde toplu balık ölümleri ile gündeme gelmektedir. Baraj gölünün suyunda kirlilik yükü oldukça yüksek olup hemen hemen her yıl alg patlaması yaşanmakta ve ötrofikasyona bağlı balık ölümleri sorunu ortaya çıkmaktadır. Barajda yaşanan olumsuzluklar sıklıkla gazete haberleri ile kamuoyu gündemini me gul etmektedir (ekil 1.1). Bu nedenle söz konusu tez çalışması ile Tatların Barajı'nın yıllık olarak su kalitesi parametrelerinin belirlenerek kirliliğin balıklar üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla mikronükleus analizi yapılması amaçlanmıştır.



ekil 1.1. Tatların Baraj Gölünde meydana gelen balık ölümlerine ili kin haber kupürleri

BÖLÜM 2

ÖNCEK ÇALI MALAR

Mikronükleus, 19. yüzyılın sonunda Howell ve Jolly'nin, kedilerden ve sıçanlardan alınan kanda küçük inklüzyonları bulmasıyla tanındı. Howell-Jolly cisimleri olarak adlandırılan küçük inklüzyonlar, iddetli anemi hastalarının periferik kanın eritrositlerinde de görülmektedir [23].

Evans ve çalı ma arkadaşları [24] nötronların *Vicia faba* köklerinde gama ı nlarının etkinliklerini kar ıla tırırken sitogenetik hasar belirteci olarak mikronükleusların yararlılı nını ke fetmi ve kromozomal sapmayı nicel olarak de erlendirmeye çalı mı tır. Normal hücreler arasında mikronükleus barındıran hücrelerin sıklı ı ile kromozomal sapmayı de erlendiren ilk rapordur ve kromozomal fragmanların yakla ık %60'ının mikronükleus olu umuna katkıda bulundu unu öne sürmü lerdir [24].

Boller ve Schmid [25] hematopoez sırasında çekirdeklerinden yoksun normal eritrositler arasında, kemik ili i ve güçlü bir alkile edici ajan olan trenimon ile tedavi edilen Çin Hamsterının periferik kan hücreleri kullanılarak, mikronükleize eritrositlerin frekansını de erlendirmek için bir test yöntemi geli tirmi lerdir. Söz konusu çalı mada bu yöntem "Mikrokern-Test (mikronükleus testi)" olarak adlandırılmı tır. 1970'lerin ortalarına kadar Schmid ve Heddle'nin grubu, mikronükleus testinin temellerini olu turdu [25, 26].

Countryman ve Heddle [27] kültüre insan lenfositlerinin kullanıldı ı bir yöntem bildirmi lerdir. Bu yönteme Fenech ve Moley tarafından sitokalazin B kullanılarak de i iklikler yapılmı ve bu yöntem insanların takibinde günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır [28].

Anneleri klastojenik bir kimyasal ile intraperitoneal tedavi edilen ve gebeli in son evresindeki farelerin karaci er ve periferik kan hücrelerinde mikronükleus indüksiyonunu gözlemlenmi tir [29, 30].

MacGregor ve çalı ma arkada ları fare periferik eritrositlerinde mikronükleus tespiti için bir yöntem bildirmi tir [31]. Mikronükleus sıçanların ve insanların periferik kanlarında mikronükleus içeren eritrositler dalak tarafından yakalanıp yok edilmesinden dolayı çok sık görülememektedir. Ancak farelerde, mikronükleize eritrositler periferik kandaki normal hücrelerle aynıdır. Belirttikleri yöntemde kemik ili nin kimyasalların akut etkisini de erlendirmesine dayanmakta olup bu metoda göre fare periferik kan eritrositleri kullanıldı ndan, mikronükleusları ömürlerine kadar barındıran olgun eritrositlerin analizinde test kimyasalının kronik bir etkisini de erlendirmektedir [31].

Lähdetie ve çalı ma arkada ları [32] ile Tates ve çalı ma arkada ları [33] erkek germ hücreleri kullanan bir yöntem bildirilmi tir. Raporlar, kimyasalların kalıtsal yan etkilerinin potansiyelini saptamak için mikronükleus testinin kullanılma olası lı nı ileri sürmü lerdir.

US-EPA Gene Tox Programının mikronükleus komitesi, 1983 yılında o zamana kadar analiz edilen kimyasalların de erlendirilmi mikronükleus test sonuçlarının veri tabanı da dahil olmak üzere genel bir özet bildirdi. Kısa vadeli çalı maları de erlendirecek uluslararası bir i birli i programı da o yıl Uluslararası Kimyasal Güvenlik Programı (IPCS) tarafından ba latılmı tır. Kanserojen maddeler ve kanserojen olmayan maddeler birkaç *in vivo* test sistemi ile de erlendirilirdirilerken incelenen analizler arasında kimyasalların kanserojen potansiyelini tahmin etmek için mikronükleus testi en iyi puanı elde etmi tir [34, 35].

Hayashi ve çalı ma arkada ları [36] ile MacGregor ve çalı ma arkada ları [37] floresan boyama yöntemini tanıttı. Hayashi ve çalı ma arkada ları [36] RNA'dan yayılan kırmızı floresan ile olgunla mamı eritrositleri tanımlamak için DNA'dan e zamanlı olarak çıkan sarımtırak ye il floresan ile spesifik olarak mikronükleus tanımlamak için akridin portakal kullanarak bir floresan boyama yöntemi bildirmi lerdir. MacGregor ve çalı ma arkada ları ise Hoechst 33258 ve pironin Y'yi kullanarak mikronükleus ve olgunla mamı eritrositleri tanımlamak için alternatif bir floresan boyama yöntemi bildirmi tir. Bu DNA ve RNA'ya spesifik metotlar, mikronüklüe olgunla mamı eritrositlerin skorlama do rulu unun arttırılmasına katkıda bulunmu lardır [37].

Bazı ülkeler ve uluslararası kurulu lar, 1980'lerin ba ndan beri, kimyasalların güvenlik de erlendirmesini de erlendirmek için kendi test kılavuzlarını hazırlamaya

ba lamı lardır. Mikronükleus testi, genotoksisite testi kategorisinde bulunmaktadır. Bu konular altında, 1984'ten günümüze kadar, Çevresel Mutajen Topluluğu (CSGMT/JEMS-MMS) alt organizasyonu olan Memeli Mutajenezi Çalışma Grubu altındaki Mikronükleus Testi için birliktir Çalışma Grubu, test sonuçlarını etkileyebilecek çeşitli faktörler üzerine çalışmaya başlamıştır. İndiyeye kadar ağızdaki konular incelenmiş ve rapor edilmiştir: cinsiyete bağlı fark, soy farkı, intraperitoneal enjeksiyon ile oral gavaj uygulaması arasındaki fark, tedavi sayısının etkisi, akridin portakalı supravital kullanılarak periferik kan ile mikronükleus testi lekeleme yöntemi, farelerin yalanması, sıçan periferik kanı kullanılarak mikronükleus ve eritropoietik dokularında hedeflenen testler incelenmiş ve rapor edilmiştir. Ortak çalışmalarındaki bu sonuçlar, test protokolünü standartlaştırmak ve buna göre test kılavuzlarına, örneğin ICH S2 (R1) ve OECD TG 474 standartlaştırmak için çok sayıda etki ve değerli katkılar sağlamıştır [23].

Mikronükleus testi, i zehirlenmelerini de tespit edebilmektedir ki bu durumdaki mikronükleuslar normalden büyük boyutta olmaktadır [38]. Mitotik aparatın bozulmasına neden olan kimyasalları tespit etmek için antikoru kullanarak kinetokora spesifik boyama kullanılmaktadır [39]. Hayashi ve çalışmaları, periferik kandan mikronükleus izole etme yöntemi ve sentromere sahip olmayan mikronükleusları ayırt etme yöntemini bildirmişlerdir [40].

Mikronükleotik eritrositlerin analizi için 1986 yılının başlarında otomatik sitometri ve görüntü analizör sistemlerine başvurulmuştur. Akı sitometrisi kullanılarak, doz-yanıt ilişkisi çok düşük doz seviyesine kadar iyonlaştırıcı radyasyon ile incelenmiştir [23].

ABD-EPA Gene Tox Programı'nın komitesi 1990 yılında 1983 yılının raporunun gözden geçirilmiş bir baskısını yayınlamıştır. Bu gözden geçirme sonucu yeni bir protokol için yeni veriler ve fikirler içermektedir. Aralık 1992'de Uluslararası Genotoksisite Test Prosedürleri Standartları Çalışması'nın (IWGT) ön toplantısı olarak, organizatörler ve başkanlar Tokyo'da bir araya gelerek tartışılması gereken her deneyden ünlü puanlar çıkardılar. 1993 yılında, 6. Uluslararası Çevre Mücadeleleri Konferansına başlı olarak Melbourne'da iki gün süreyle uluslararası çalışmaları gerçekleştirildi ve seçilen konular tartışılarak rapor edilmiştir [41].

Balıklar sudaki genotoksikoloji alanında en çok kullanılan hayvanlardır. Balıklarla ilgili biyolojik izleme tekniklerinin geliştirilmesi, düşük konsantrasyonda bile etki eden toksikantları kontrol etme imkanı sunmaktadır. Balıklar üzerine yapılmış olan çalışmalarla örnek olarak aşağıdaki çalışmalar gösterilebilir.

Cypriniformes takımına ait mikronükleus çalışmaları Al-Sabti tarafından, aflatoxin B1, Aroclor 1254, benzidin, benzo(a)piren ve 20-metilkolantren mutajenik kimyasallarına 48 saat boyunca maruz bırakılan sazan, kadife balığı ve ot sazanındaki mikronükleus indüksiyon hızı ölçülmüştür [42].

Kurihara ve çalışma arkadaşları tarafından *Umbra limi* ve *Carassius auratus* türlerinde kromozomal aberasyonları ve mikronükleusu incelenmiştir [43], yine Ueda ve çalışma arkadaşları tarafından *Rhodeus ocellatus* ve *C. auratus* türlerinde mitomisin C'nin etkileri mikronükleus testi ile belirlenmiştir [44].

Al-Sabti tarafından ise *Carassius gibelio* türünde düşük konsantrasyonda selenyum, civa, metil civa ve bunların karışımının mikronükleus indüksiyonunu genotoksik etkileri [45], Arkhipchuk ve Garanko tarafından da *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio* ve *Tilapia (Sautherodon) mossambica* türlerinde bakır, kadmiyum iyonları ve kloral hidratin balık yüzgeçlerindeki sitotoksik ve genotoksik etkileri araştırılmıştır [46].

Çava ve Adıgüzel ise mikronükleus testi ile *C. auratus* türünde glifosatın periferik eritrositlerde sitogenetik ve DNA hasarını tespit etmişlerdir [47]. Gül ve çalışma arkadaşları ise malathion maruz kalan *Oxynoemacheilus angorae* türünün periferik eritrositlerindeki mikronükleuslarını incelemişlerdir [48].

Winter ve çalışma arkadaşları *Pimephales promelas* türünün eritrositlerinde mitomisin C ve siklofosfamid akut tedavisi sonrası mikronükleus oluşumu ile ilgili bir çalışma yürütmüşlerdir [49].

Ayrıca mikronükleus testi için periferik kandaki eritrositler, dalaktan ve sefalik böbrekten eritrositlerin eldesi, solungaç epitel hücreleri gibi çeşitli dokularda da çalışılmıştır. Dahası, mikronükleus testi hücre bölünmesinin uyarılmasıyla diğer dokularda da yapılabilir. Bu durum da kaudal yüzgeçlerin kenarlarına zarar verilerek

[46], karaci erde hücresel proliferasyon allil format maruziyetiyle indüklenerek [50-52] gözlemlenmiştir.



BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Sahası

Tatların Barajı ($38^{\circ}37'2,18''$ K- $34^{\circ}29'30,91''$) Nevşehir ilinde, Derinöz Çayı üzerinde, sulama amaçlı olarak 1964-1966 yılları arasında inşa edilmiş olup Tatların Kasabası ile nallı Köyünün arasında yer almaktadır (ekil 3.1). Toprak ve kaya gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 350.000 m^3 , akarsu yatağından yüksekliği 46 m , normal su kotunda göl hacmi $2,20 \text{ hm}^3$, normal su kotunda göl alanı $0,15 \text{ km}^2$ 'dir. 174 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermektedir [53].



ekil 3.1. Tatların Baraj Gölü haritası



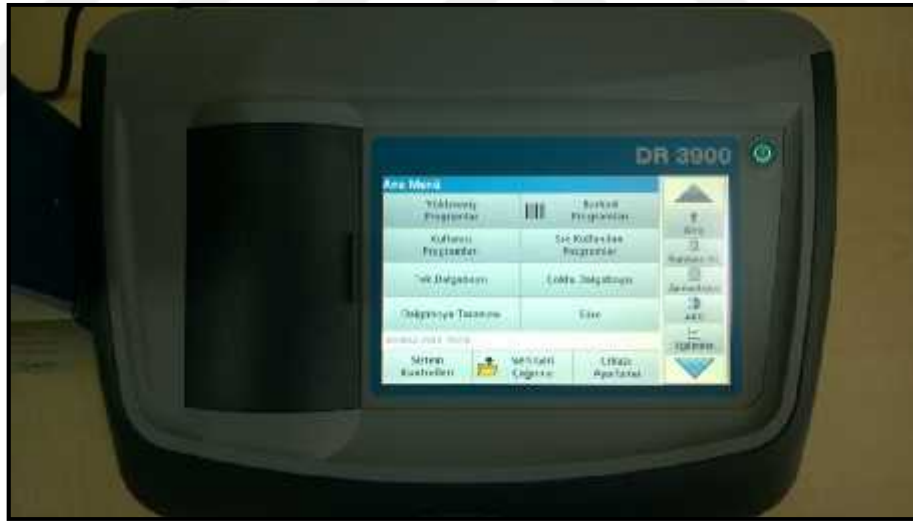
ekil 3.2. Tatlarin Baraj Gölü

3.2. Örneklerin Toplanması

Baraj gölü suyunun fiziksel ve kimyasal analizlerini belirlemek amacıyla su örnekleri Nisan 2013-Mayıs 2014 tarihleri arasında aylık olarak Tatlarin Baraj Gölü'nün (Nev ehir) orta kısmına yakın bölgelerden alınmıştır. Yüzeyin 30 cm altından hava bolu u olu madan alınan su örneklerinin sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), pH, çözünmüş oksijen miktarı (mg/l), tuzluluk ve elektriksel iletkenlik de erleri YSI Professional Plus model multiparametre ile hemen yerinde ölçülmü tür. Di er analizler için ise temiz pet i eler içerisine bir litre su numunesi alınarak Nev ehir Hacı Bekta Veli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Hidrobiyoloji Ara tırma Laboratuvarına getirilmiştir (ekil 3.3). Analizler kitler (Hage Lange) kullanılarak Masa Tipi Vis Spektrofotometre (Hage Lange marka DR 3900 RFID) ile yapılmıştır (ekil 3.4). Elde edilen analiz sonuçları su kalitesi de erlendirmesi için kıta içi su kaynaklarının “Su Kirlili i Kontrolü Yönetmeli i” (SKKY)'nde verilen kıta içi yüzey sularının sınıflandırılmasında kullanılan kalite standartlarına göre Tatlarin Baraj Gölü'nün su kalitesi tespit edilmiştir [54].



ekil 3.3. Su analizlerinde kullanılan multiparametre



ekil 3.4. Su analizlerinde kullanılan spektrofotometre

Balık örnekleri Nisan 2013-Mayıs 2014 tarihleri arasında 18, 24, 32, 36, 44, 60 ve 70 mm göz açıklığı na sahip 100 m uzunlu unda galsama a lar kullanılarak profesyonel balıkçılar yardımıyla temin edilmi tir. A lar ak am vakti bırakıldıktan sonra gece boyunca en az 12 saat suda bırakıldıktan sonra sabah toplanmı tır (ekil 3.5). Canlı haldeki balıkların kuyruk kısmından, heparinli enjektörlere çekilerek, kan alındıktan

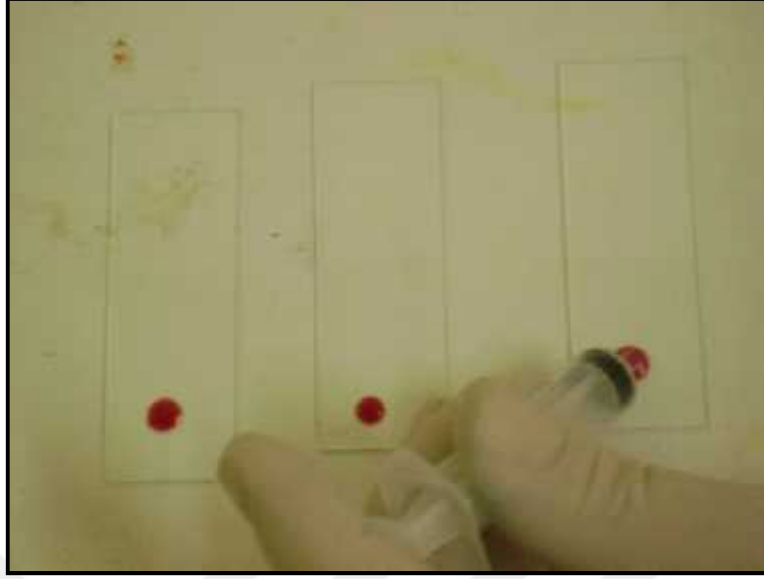
sonra balıklar serbest bırakılmı tır. Alınan kanlar testler yapıncaya kadar +4°C’de so utucuda saklanmı tır.



ekil 3.5. Örnelemeye ait görüntüler

3.3. Mikronükleus Testi

Mikronükleus analizleri periferel eritrositlerde gerçekte tırilmı tır. Alınan kan örnekleri, her örnek için önceden hazırlanmı olan üç temiz lama ince bir tabaka olu turacak ekilde yayılmı tır (ekil 3.6). Hazırlanan preparatlar havada kurutulduktan sonra %95’lik etanolde 20 dk süresince fikse edilmi tır (ekil 3.7). Fikse edilen preparatlar tekrar havada kurutulduktan sonra %5’lik Giemsa solüsyonunda 20 dk süresince boyanmı lardır. Boyama i leminden sonra preparatlar, saf sudan geçirilerek fazla boyanın uzakla tırılması sa landıktan sonra, mikroskop altında de erlendirmeye alınmı lardır.



ekil 3.6. Yayma preparatların hazırlanması



ekil 3.7. Preparatların boyama küvetlerine yerle tirilmesi

3.3.1. Mikronükleus Sayım Kriterleri

Her preparattan 1000 hücre sayılarak mikronükleus de erlendirmesi yapılmı tır. Hazırlanan preparatlarda zaman zaman boya partikülleri ve/veya di er bazı kirleticiler nedeniyle mikronükleus ile karı tırılabilen yapılarla kar ıla ılabildi inden bu tip hataların elimine edilmesi için mikronükleus sayımlarında genel olarak standardize edilmi bazı kriterler göz önüne alınmaktadır. Bu kriterleri öyle sıralayabiliriz;

- Mikronükleus ana nükleus ile aynı mikroskopik refleyi vermesi,
- Mikronükleus ana nükleus ile aynı boyama tonuna sahip olması,
- Mikronükleus ana nükleus yanında bulunması,
- Bir mikronükleus ana nükleus'un 1/3'ünden daha küçük olması ve
- Mikronükleus sayılacak hücre di er hücrelerden izole halde bulunması.

3.3.2. Morfolojik Nükleus Düzensizlik Analizi

Morfolojik nükleus düzensizlikleri periferik yayma ile kan eritrositlerinde de erlendirilmi tir. Morfolojik nükleus düzensizlikleri Carrasco ve çalı ma arkadaşlarına göre [55]; çentikli nükleus, tomurcuklu nükleus, loblu nükleus ve binükleus olmak üzere ba lıca dört grup altında toplanarak de erlendirilmi lerdir. De erlendirmeler için her preparattan 1000 hücre sayılmı tır.

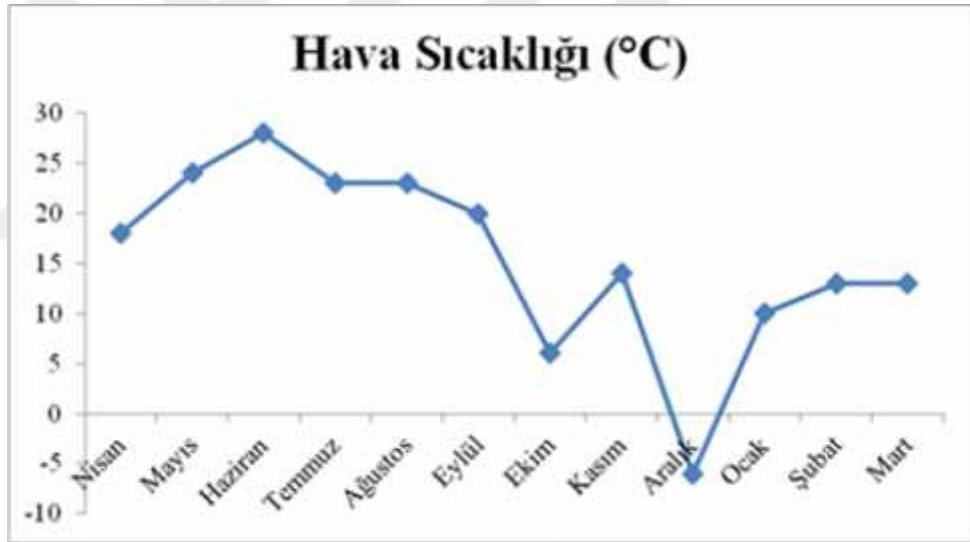
- a) Çentikli Nükleus: Nükleus zarında nükleus içerisine do ru olu an, gözle belirgin bir biçimde ayırt edilebilen ve kromatin içermeyen çentik ekindeki girintilere sahip nükleus yapısı.
- b) Tomurcuklu Nükleus: Nükleus zarından dı arı do ru çıkıntılar yapan, kromatin içeren küçük tomurcuklanmalara sahip nükleus yapısı.
- c) Loblu Nükleus: Tomurcuklara oranla daha büyük ve/veya daha fazla sayıda loblar içeren nükleus yapısı.
- d) Binükleus: Bir hücre içerisindeki iki adet nükleus bulunma durumu.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTI MA

4.1. Hava Sıcaklı ı

Örnekleme yapılan dönem boyunca Tatların Baraj Gölündeki hava sıcaklı ı ölçümleri de yapılmı tır. Buna göre en dü ük (-6°C) sıcaklık de eri Aralık 2013'te ve en yüksek sıcaklık de eri ise (28°C) Haziran 2013'te ölçülmü tür. Aylık ölçüm de erleri dikkate alınarak ortalama hava sıcaklı ı de eri ise $15,5^{\circ}\text{C}$ olarak hesaplanmı tır (ekil 4.1).



ekil 4.1. Tatların Baraj Gölü aylık hava sıcaklı ı de i imleri

4.2. Su Kalitesi Parametreleri

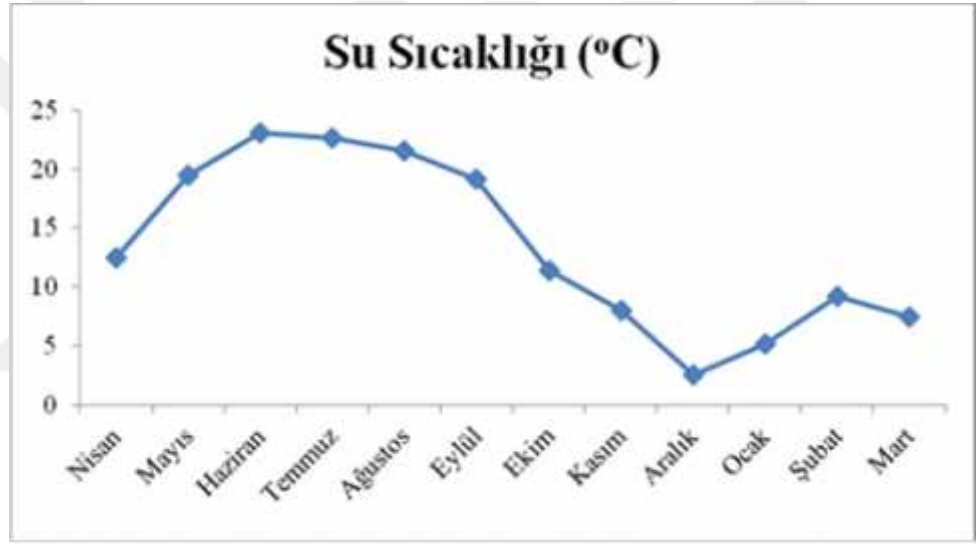
Tatların Baraj Gölünde Nisan 2013-Mart 2014 tarihleri arasında fiziko-kimyasal özelliklerden su sıcaklı ı, çözünmü oksijen, elektriksel iletkenlik, Toplam Çözünmü Madde (TÇM), tuzluluk, pH, nitrit, nitrat, amonyak, amonyum, potasyum, sülfat, florür, klorür, Askıda Katı Madde (AKM), sertlik, kalsiyum karbonat, fosfat, Kimyasal Oksijen ihtiyacı (KO) ve Biyokimyasal Oksijen ihtiyacında (BO) görülen aylık de i imler ve yıllık ortalama de erleri Tablo 4.1'de verilmi tır.

Tablo 4.1. Tatların Baraj Gölü Bazı Su Kalitesi Parametreleri

Ölçülen Parametreler	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Ort. ±St Hata
Hava Sıcaklığı	18	24	28	23	23	20	6	14	-6	10	13	13	15,5±8,97
Su sıcaklığı	12,5	19,5	23,1	22,7	21,6	19,1	11,4	8	2,5	5,2	9,2	7,5	13,53±7,32
Çöz. Oksijen	7,13	6,94	6,22	5,39	4,91	4,48	5,97	6,23	7,96	7,55	7,32	7,18	6,44±1,09
Elek. İletk.	582	602	689	712	703	687	630	605	542	493	626	604	622,9±66,84
TÇM	0,490	0,435	0,468	0,481	0,493	0,501	0,553	0,585	0,534	0,514	0,585	0,592	0,519±0,051
Tuzluluk	0,38	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38	0,42	0,44	0,43	0,39	0,44	0,45	0,40±0,04
pH	10,7	10,97	11,07	11,09	10,57	10,44	10,45	10,22	10,18	10,15	10,14	10,86	10,57±0,36
Nitrit	1,24	0,134	0,083	0,049	0,054	0,067	0,034	0,286	1,12	1,96	3,98	0,26	0,77±1,19
Nitrat	1,26	0,84	0,86	0,55	0,53	0,51	0,56	1,24	1,25	1,27	3,16	1,61	1,14±0,74
Amonyak	1,2	1,01	0,5	0,46	0,55	0,61	4,63	6,63	4,72	3,97	5,45	2,27	2,67±2,27
Amonyum	0,332	0,215	0,068	0,049	0,077	0,096	3,76	3,41	3,23	3,12	2,81	1,26	1,54±1,58
Potasyum	12,6	10,4	17,1	12,9	13,3	15,6	23,8	30,4	22,7	18,8	17,6	15,5	17,56±5,69
Sülfat	90,7	65,3	63,5	51,2	57,9	63,8	70,1	62,4	58,2	54,8	65,3	61,2	63,7±9,92
Florür	0,37	0,31	0,75	0,65	0,54	0,59	0,51	0,67	0,69	0,69	0,65	0,38	0,57±0,15
Klor	46,7	39,8	29,9	33,6	39,9	43,3	65,6	56,9	55,4	54	57,6	56,1	48,23±10,99
AKM	73	79	46	31	29	26	30	29	30	35	59	70	44,75±19,96
Sertlik	9,2	9,5	8,87	8,63	9,27	9,93	11,7	12,6	12,4	12,1	12,1	13,5	10,82±1,73
Ca CO ₃	198	169	158	154	170	177	209	225	217	216	215	240	195,67±28,8
Fosfat	1,36	1,21	1,14	1,23	1,77	1,94	4,21	4,51	4,26	3,9	5,08	4,92	2,96±1,63
KO	83,4	81,1	58,3	62,8	66,4	71,7	92,9	58	68,7	76,8	87,3	81,23	74,05±11,49
BO	16	22	17	9	8	6	14	32	6	5	8	7	12,5±8,14

4.2.1. Su Sıcaklığı

Tatların Baraj Gölünde su sıcaklığının aylık değişimine bakıldığında su sıcaklığının hava sıcaklığı ile paralellik gösterdiği en yüksek değer 2,5°C ile Aralık 2013'te ve en yüksek olarak ise 23,1°C ile Haziran 2013'te ölçülmüştür. Yıllık su sıcaklığı ortalaması ise 13,53 °C olarak hesaplanmıştır. Hava sıcaklığının sıfırın altına düştüğü Aralık, Ocak ve Şubat aylarında ise göl yüzeyinin tamamen buzla kaplı olduğu tespit edilmiştir (ekil 4.2).

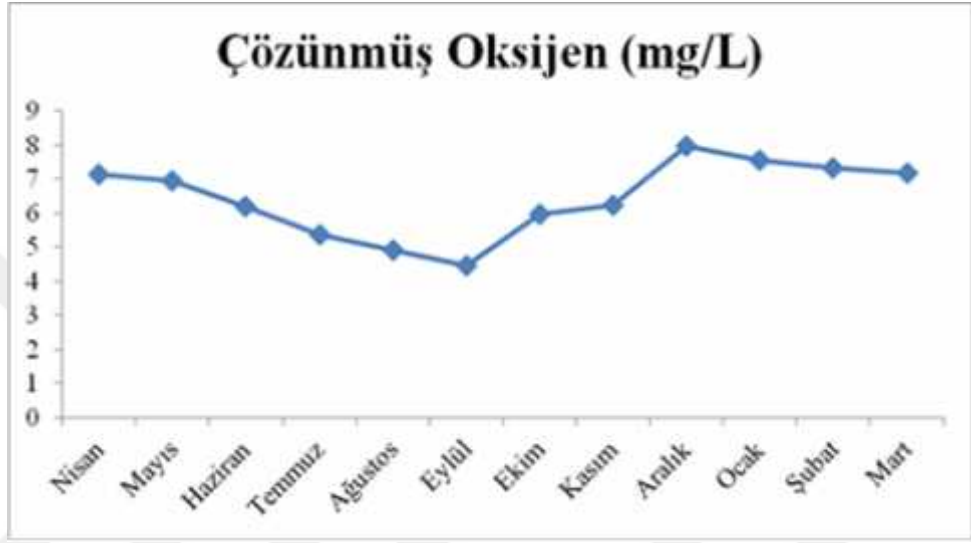


ekil 4.2. Tatların Baraj Gölü su sıcaklığının aylık değişimi

4.2.2. Çözünmüş Oksijen

Tatların Baraj Gölünde ölçülen çözünmüş oksijen değeri en düşük Eylül ayında (4,48 mg/l) ve en yüksek ise Aralık ayında (7,96 mg/l) bulunmuştur (ekil 4.3). Herhangi bir zamanda suda saptanan çözünmüş oksijen miktarı o andaki suyun sıcaklığına, su yüzeyine temas eden atmosferdeki gazın kısmi basıncına, suda çözünmüş tuz yoğunluğuna ve biyolojik olaylara bağlıdır [56]. Tatlı sularda sucul yaşam için en az 5 mg/L çözünmüş oksijen olmalıdır. Baraj gölünün çözünmüş oksijen ortalamaları SKKY'e göre 2. sınıf su kalitesindedir [54]. Yıl içerisindeki çözünmüş oksijen miktarlarının değişimine göre çözünmüş oksijen bakımından yaz ayları ve erken

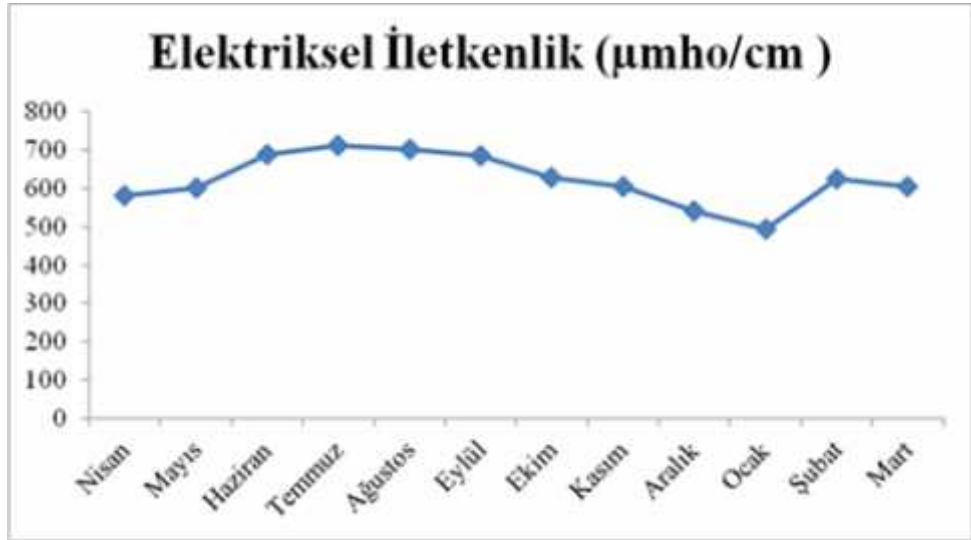
sonbahar döneminde oksijensizlik tehlikesi söz konusu oldu u görülmü tür. Tatların Barajında geçmi yıllarda yaz ve sonbahar dönemlerinde meydana gelen balık ölümleri dikkate alındı ında, balık ölümlerinin oksijen seviyesinin en dü ük oldu u dönemde olması a ırtıcı de ildir.



ekil 4.3. Tatların Baraj Gölü çözünmü oksijen de erinin aylık de i imi

4.2.3. Elektriksel İletkenlik

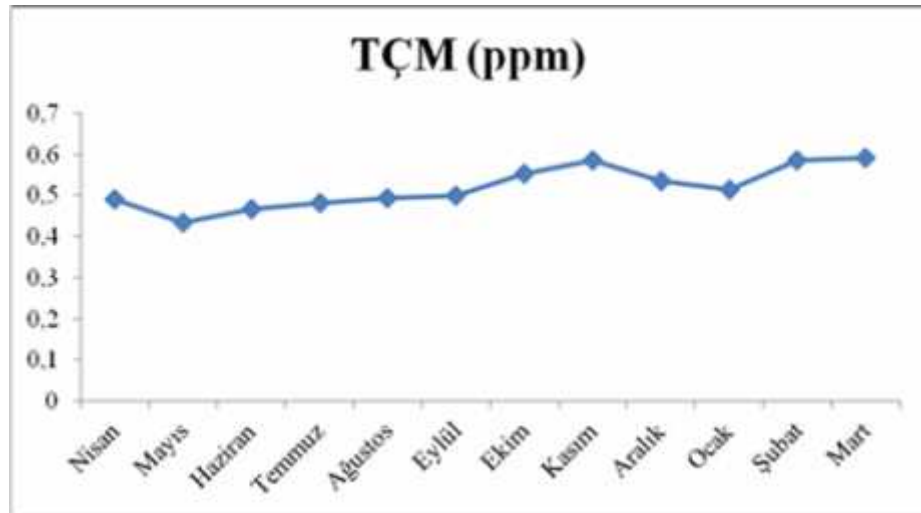
Elektriksel iletkenlik, sudaki toplam çözünmü madde miktarının göstergesi olarak da bilinir. Tatların Baraj Gölünde elektriksel iletkenlik de eri en dü ük Ocak ayında 493 $\mu\text{mho/cm}$ ve en yüksek olarak ise Temmuz ayında 712 $\mu\text{mho/cm}$ olarak ölçülmü tür (ekil 4.4). Suyun elektriksel iletkenli i hem jeolojik etkenlere hem de dı arıdan gelen etkilere ba lıdır. Aynı zamanda tuzluluk ve sıcaklık artı ına paralel olarak artı göstermektedir. Wetzel'e göre elektriksel iletkenli in 3000 $\mu\text{mho/cm}$ ula ması halinde sularda ekolojik denge bozulur [57]. Tatların Baraj Gölünde elektriksel iletkenlik de erlerinin balıkçılık için uygun olan 150-750 $\mu\text{mho/cm}$ arasında oldu u görülmekte olup elektriksel iletkenlik bakımından herhangi bir olumsuz durum söz konusu de ildir [58].



ekil 4.4. Tatlarin Baraj Gölü elektriksel iletkenlik de erinin aylık de i imi

4.2.4. Toplam Çözünmü Madde (TÇM)

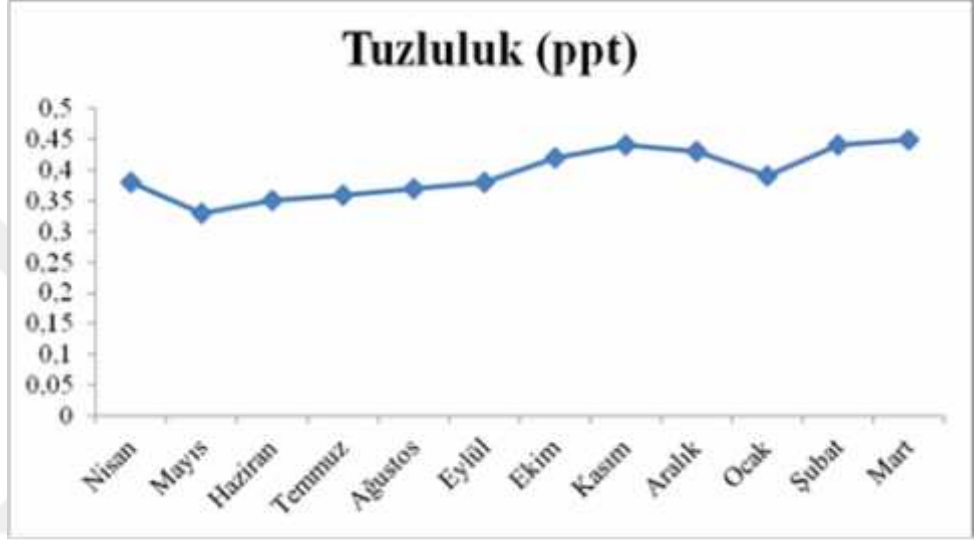
Tatlarin Baraj Gölünde Toplam Çözünmü Madde (TÇM) de eri en dü ük Mayıs ayında (0,435 ppm) ve en yüksek olarak ise Mart ayında (0,592 ppm) olarak ölçülmü tür (ekil 4.5). Ortalama TÇM de eri 0,519 ppm olarak hesaplanmı tır. Ortalama TÇM de erine göre SKKY'e göre Tatlarin Baraj Gölü suyu kalitesi 1. sınıf olarak de erlendirilebilir [54].



ekil 4.5. Tatlarin Baraj Gölü toplam çözünmü madde de erinin aylık de i imi

4.2.5. Tuzluluk

Tatların Baraj Gölünde en düşük tuzluluk Mayıs ayında (0,33 ppt) ve en yüksek Mart (0,45 ppt) olarak ölçülmüştür (ekil 4.6). Ortalama tuzluluk ise 0,40 ppt olarak hesaplanmıştır [54].

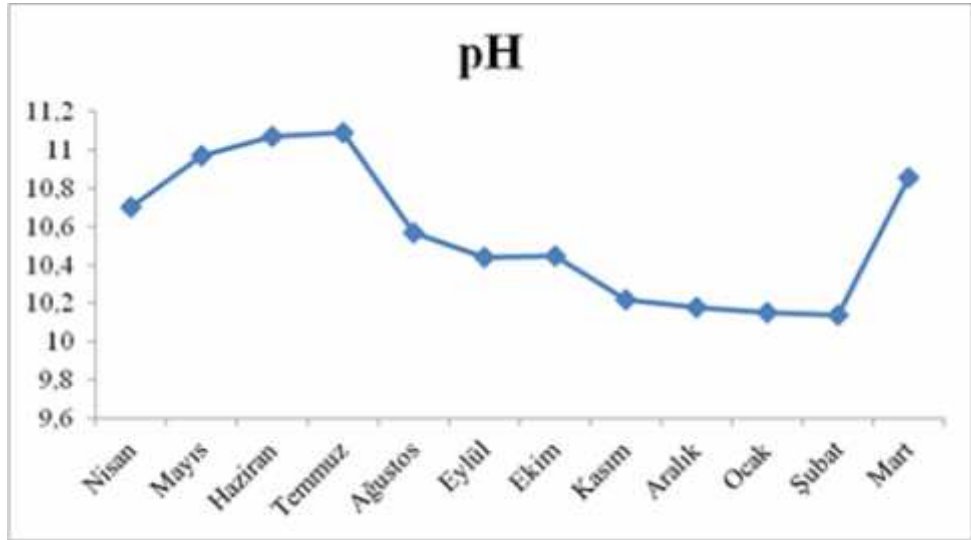


ekil 4.6. Tatların Baraj Gölü tuzluluk değerinin aylık değişimi

4.2.6. pH

Tatların Baraj Gölünde pH değerlerinin 10,14 (Şubat) ile 11,09 (Temmuz) arasında değişim gösterdiği belirlenmiş olup yıllık ortalama değer ise 10,57 olarak hesaplanmıştır (ekil 4.7). Bu sonuç baraj gölü suyunun alkali özellikte olduğunu göstermektedir.

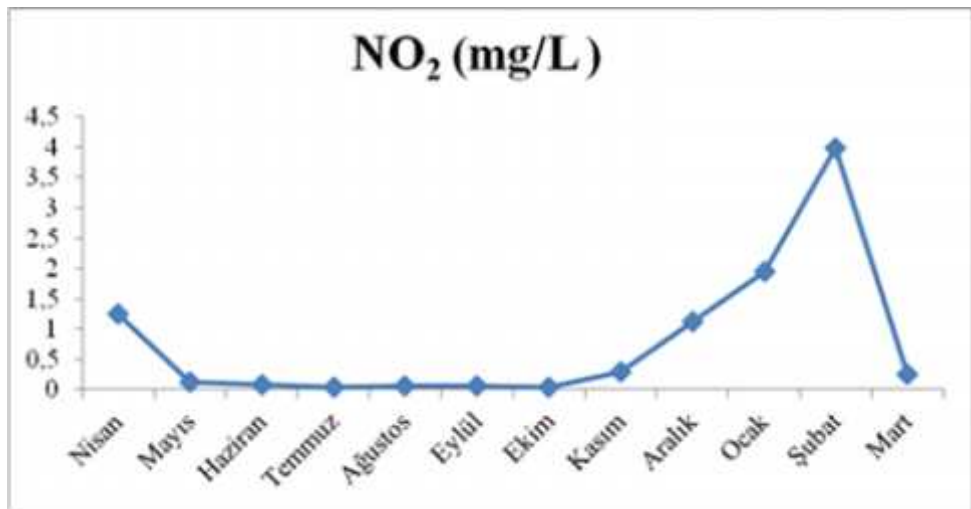
Doğal sularda pH, kimyasal ve biyolojik açıdan önemli faktörlerin başında yer almaktadır. Bu değer sudaki konsantrasyonu bazı bileşiklerin toksisite etkisini de etkilemektedir. Genellikle açık göllerde pH değeri 6-9 arasında değişir. Bazı türler geniş pH aralıklarında yaşamlarını sürdürebilmesine karşın birçok balık türü, pH değeri 6,5 ile 8,5 arasında olan sularda iyi gelişim gösterir [59]. Tatların Baraj Gölündeki pH değeri bu değerlerin üzerinde olduğu için balık yaşamı için uygun ortam olduğu söylenemez ve 4. sınıf su kalitesine sahiptir [54].



ekil 4.7. Tatların Baraj Gölü pH değerinin aylık değişimi

4.2.7. Nitrit (NO₂)

Tatların Baraj Gölünde nitrit iyonu konsantrasyonunun çok geniş bir aralıkta değişim gösterdiği (0,034-3,98 mg/L) belirlenmiş olup en düşük değer Ekim ayında ve en yüksek değer ise Şubat ayında görülmüştür. Nitrit miktarının yıllık ortalaması ise 0,77 mg/L olarak hesaplanmıştır (ekil 4.8).

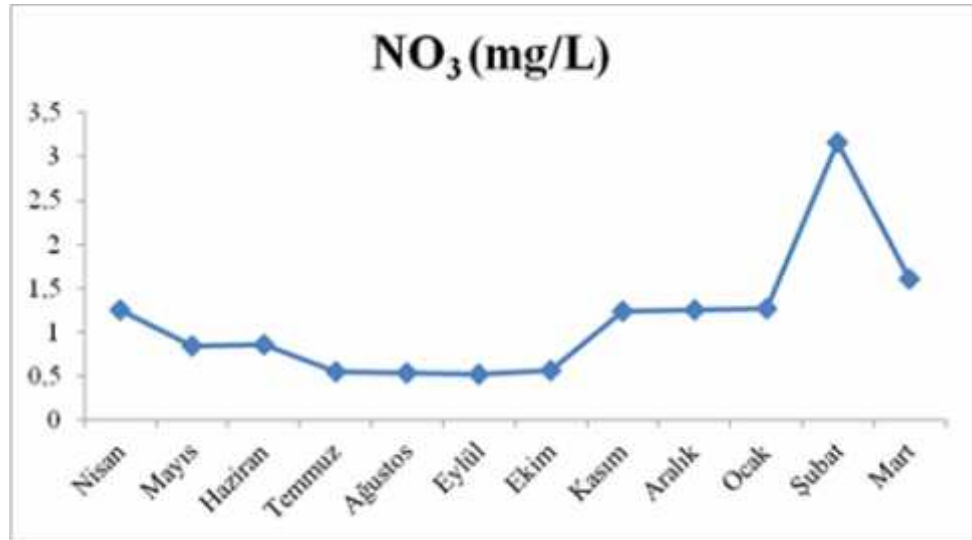


ekil 4.8. Tatların Baraj Gölü nitrit değerinin aylık değişimi

Nitrit, azot döngüsünün ara ürünüdür. Sudaki nitrit miktarının 1 mg/L'yi geçmesi halinde kirlenmenin ba layaca 1 ileri sürmü lerdir [60]. Nitrit içme suyu da hiç bulunmaması gereken bir bile iktir. Bu nedenle Tatların Baraj Gölü suyu içme suyu olarak kullanım için uygun de ildir. Tatların Baraj Gölü SKKY'göre nitrit bakımından 4. Sınıftır [54].

4.2.8. Nitrat (NO₃)

Tatların Baraj Gölü nitrat de erleri en dü ük 0,51 mg/L (Eylül) ve en yüksek olarak ise 3,16 (ubat) mg/L arasında de i ti i tespit edilmi olup yıllık ortalama de er ise 1,14 mg/L olarak hesaplanmı tır (ekil 4.9). Nitrat konsantrasyonunun yıllık de iiminin nitritin de iimi ile paralellik gösterdi i, ilkbahar döneminde dü ü gösteren de erin yaz ayları boyunca en dü ük düzeyde seyretti i ve sonbaharda tekrar yükselmeye ba layarak kış aylarında ise en yüksek düzeye çıktı ı görülmü tür.



ekil 4.9. Tatların Baraj Gölü nitrat de erinin aylık de iimi

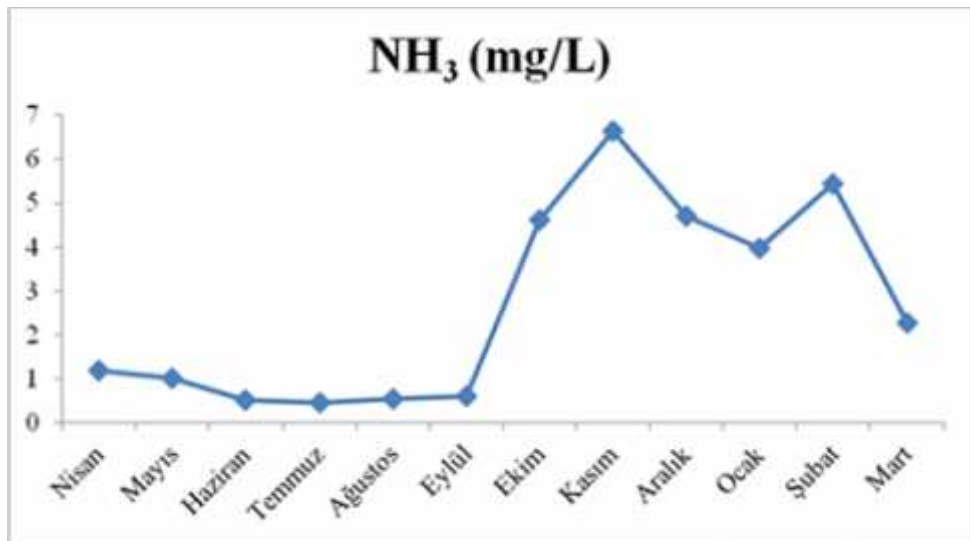
Nitratlar alg ve ye il bitkilerin geli imini te vik etmesi, dolayısıyla sazangiller gibi balıklara besin ve üreme ortamı olu turması açısından önemlidir. Nitratın zehir etkisi

dü ük olmakla birlikte, sudaki konsantrasyon miktarı 80 mg/L'nin üzerine çıkması halinde sazamlar için toksik etki olu turmaktadır. Nitrat aısından Tatlarin Baraj Gölünün 1. sınıf su kalitesinde oldu unu söylenebilir [54].

4.2.9. Amonyak (NH₃)

Tatlarin Baraj Gölünde amonyak de eri yıllık ortalama olarak 2,67 mg/L olarak hesaplanmı olup aylık olarak en dü ük de er Temmuz ayında (0,46 mg/L) ve en yüksek de er ise Kasım ayında (6,63 mg/L) belirlenmi tir (ekil 4.10).

Amonyay ın canlılara toksik etkisi, oksijen eksikli i, sıcaklı ın artı ı ve di er toksik maddelerin bulunması ile daha da artı ı bilinmektedir. Amonyak azotu 1 mg/L den yüksek olan sular ciddi boyutta kirli olarak kabul edilir [60]. Tatlarin Baraj Gölündeki amonyak ortalaması istenilen de erin çok üzerindedir. Amonyay ın ortamda bulunması parazitlerin yerle mesi ve geli mesi için uygun ortam olu turdu u Yaramaz (1992) tarafından bildirilmektedir [61]. Tez çalı ması sırasında özellikle yaz aylarında yakalanan *C. auratus* ve *C. gibelio* bireylerinde görülen a ırı parazitlenme bu bilgiyi desteklemektedir.

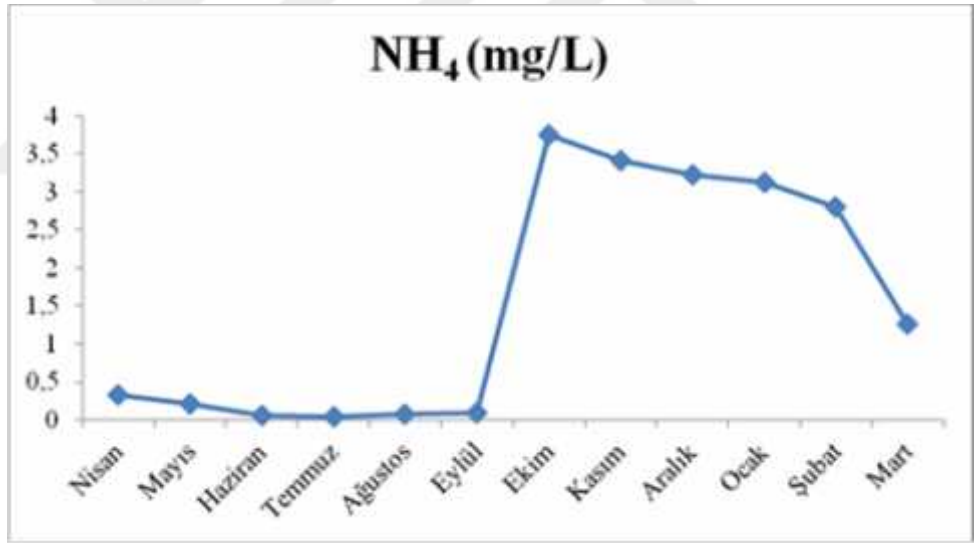


ekil 4.10. Tatlarin Baraj Gölü amonyak de erinin aylık de i imi

4.2.10. Amonyum (NH₄)

Tatların Baraj Gölü suyunun amonyum iyonu konsantrasyonu de eri en dü ük 0,049 mg/L ile Temmuz ayında ve en yüksek 3,76 mg/L'lik de er ile Ekim ayında rastlanmı olup yıllık ortalama de er ise 2,67 mg/L olarak hesaplanmı tır (ekil 4.11).

Amonyum iyonu sucul canlıların artık maddesidir. Organizmalar tarafından tekrar absorblanırlar. Oksijence zengin sularda amonyum iyonuna çok az miktarda rastlanır. Yıllık ortalama amonyum de erleri açısından Tatların Baraj Gölünde amonyum ortalaması açısından 3. kalite su [54] olmasının nedeni Tatların İçesi ve nallı Kasabasına ait evsel ve tarımsal atıkların baraj gölüne herhangi bir artım i lemine tabi tutulmadan de arj edilmesi oldu u dü ünülmektedir.

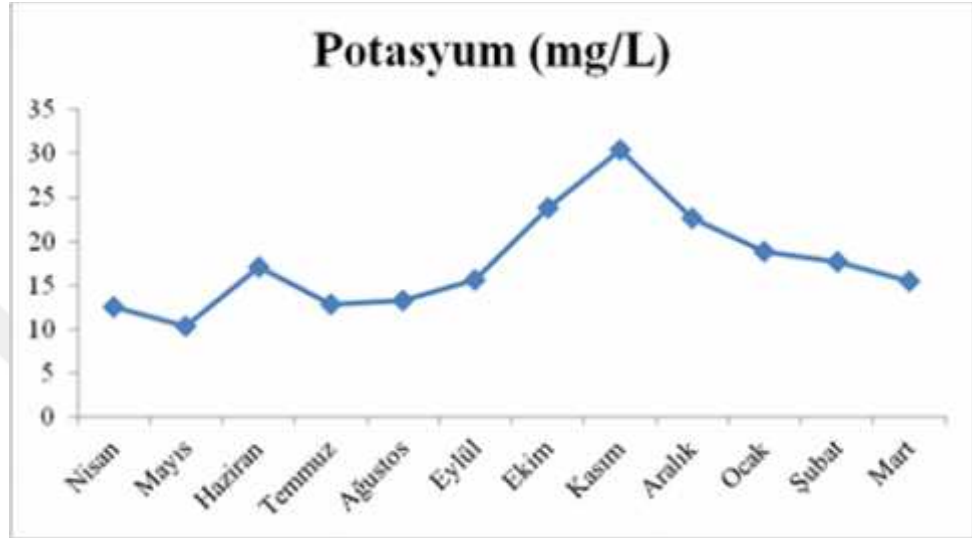


ekil 4.11. Tatların Baraj Gölü amonyak de erinin aylık de i imi

4.2.11. Potasyum

Tatların Baraj Gölünde yıllık ortalama potasyum de eri 17,56 mg/L olarak hesaplanmı tır. Bu de er en dü ük Mayıs ayında 10,4 mg/L olarak ve en yüksek ise Kasım ayında 30,4 mg/L olarak belirlenmi tır (ekil 4.12).

Potasyum miktarı do al sularda 1-10 mg/L arasında de i im gösteren bitkisel organizmaların geli iminde rol oynayan önemli bir elementtir [62]. Bu çalı mada potasyum miktarı normalin üzerinde oldu u tespit edilmi tir.

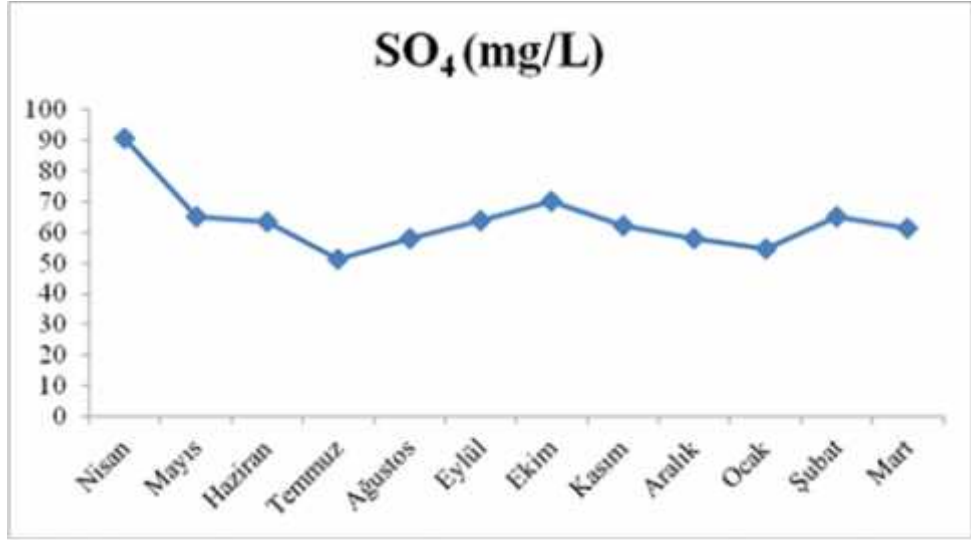


ekil 4.12. Tatlarin Baraj Gölü potasyum de erlerinin aylık de i imi

4.2.12. Sülfat

Sülfat konsantrasyonunun aylık de i imi dikkate alındı ından bu de erin en dü ük Temmuz ayında (51,2 mg/L) ve en yüksek olarak ise Nisan ayında (90,7 mg/L) gerçekleşmi olup yıllık ortalama de er ise 71,4 mg/L olarak hesaplanmı tır (ekil 4.13).

Tarımsal etkinliklerin, çe itli endüstriyel ve evsel atıkların neden oldu u sülfat artı ı kirlili in bir göstergesi olarak ele alınabilir. Ayrıca sülfatın do al kaynaklar arasında ya mur suları, jips ve anhidrit gibi sülfatlı kayalardan da kaynaklanabilir. Sülfat iyonunun do al sularda bitki büyümesi ve fitoplankton geli imi için gereklidir [56]. Su ürünleri açısından olması gereken maksimum sülfat de eri 90 mg/L olarak belirlenmi tir [63]. Tatlarin Baraj Gölündeki potasyumun bu de erin altında oldu u belirlenmi sadece Nisan ayında bu de erin üzerine çıkmı tır. Nisan ayında yükselme nedeni bahar yağmurları olabilir. Bu baraj gölü sülfat açısından birinci sınıf su kalitesindedir [54].



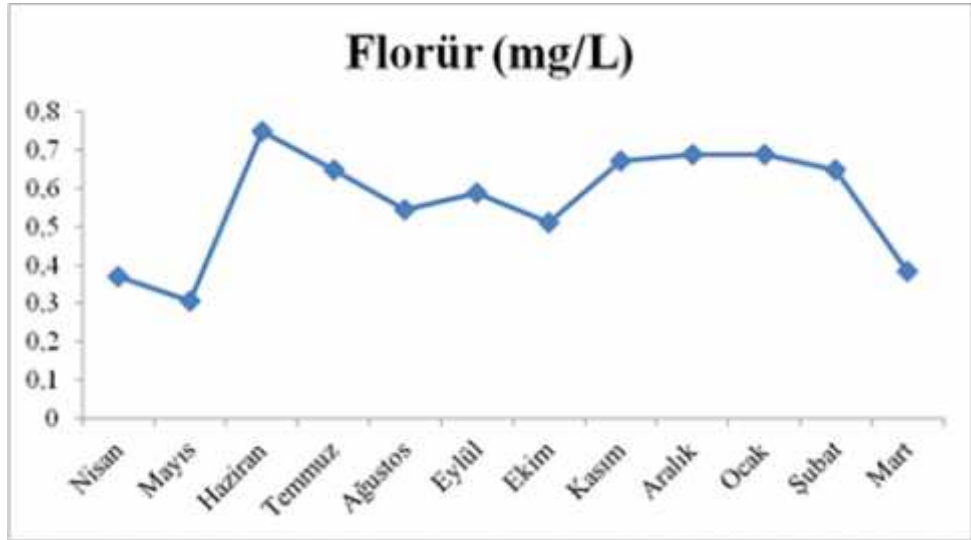
ekil 4.13. Tatlarin Baraj Gölü sülfat de erlerinin aylık de i imi

4.2.13. Florür

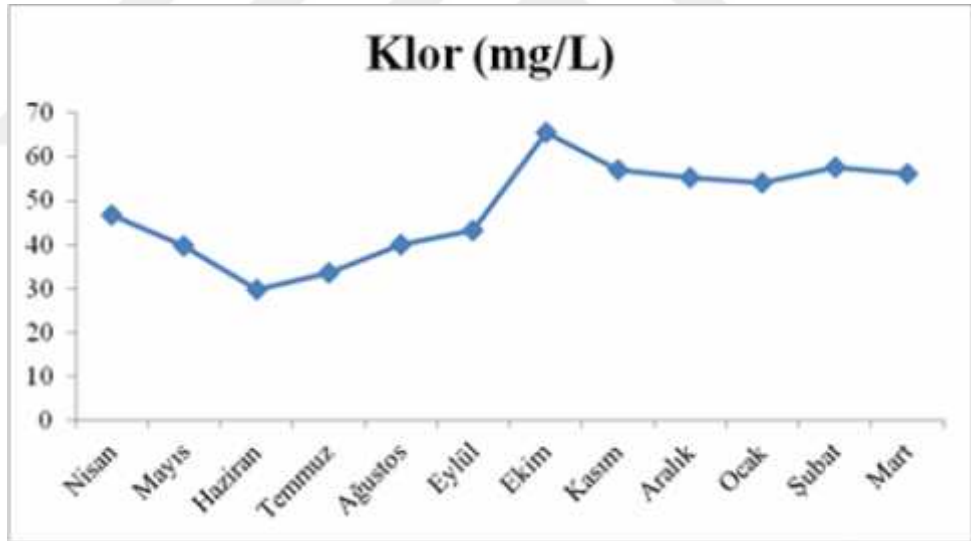
Tatlarin Baraj Gölünde yıllık ortalama florür de eri 0,57 mg/L olarak hesaplanmı tır. En dü ük Mayıs ayında (0,31 mg/L) ve en yüksek ise Haziran ayında 0,75 mg/L ölçülmü tür (ekil 4.14). çme sularında florür konsantrasyonu 0,9-1,7 mg/L arasında uygun, 2,4 mg/L ise müsaade edilen maksimum doz olarak bildirilmektedir [64]. Buna göre florür de erinin standartlarda belirtilen de erler arasında olması nedeniyle Tatlarin Baraj Gölünün 1. kalite su özelli ine sahip oldu u söylenebilir [54].

4.2.14. Klor

Tatlarin Baraj Gölünde klor iyonu konsantrasyonunun 29,9-65,6 mg/L arasında de i im gösterdi i belirlenmi olup en dü ük de er Haziran ve en yüksek de er ise Ekim ayında görülmü tür. Yıllık ortalama de er ise 48,23 mg/L olarak tespit edilmi tir (ekil 4.15). Do al sularda klor iyonu konsantrasyonu genellikle dü ük düzeyde bulunur. Kirlenmenin olmadı ı sularda klorür içeri i 10-20 mg/L arasında de i iklik gösterir [65]. Ortalama klor iyonu konsantrasyonu dikkate alındı ında Tatlarin Baraj Gölünün 2. sınıf az kirlenmi su özelli inde oldu u belirlenmi tir [54].



ekil 4.14. Tatlarin Baraj Gölü florür de erlerinin aylık de i imi

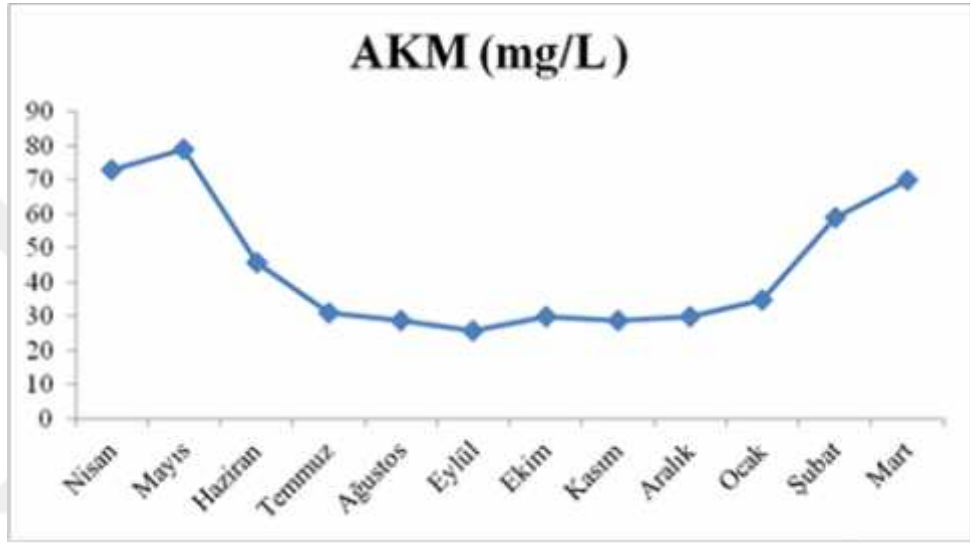


ekil 4.15. Tatlarin Baraj Gölü klor de erinin aylık de i imi

4.2.15. Askıda Katı Madde

Tatlarin Baraj Gölünde askıda katı madde (AKM) yıllık ortalaması 44,75 mg/L olarak hesaplanmı olup en dü ük de er 26 mg/L ile Eylül ayında ve en yüksek de er ise 79 mg/L ile Mayıs ayında kaydedilmi tir (ekil 4.16).

Tatların Baraj Gölü için SKKY’de belirtilen ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri 5-15 mg/L dir. Tatların Baraj Gölünde AKM normal değerlerin çok üzerine çıktı ı zaman ötrofikasyona neden olaca ı söylenebilir. AKM’deki bu yüksek de erin Acıgöl ilçesi ve nallı kasabası gibi yerle im yerlerinden gelen fekal ile bu merkezlere ait tarım arazilerindeki gübrelemeden kaynaklandı ı dü ünülmektedir.



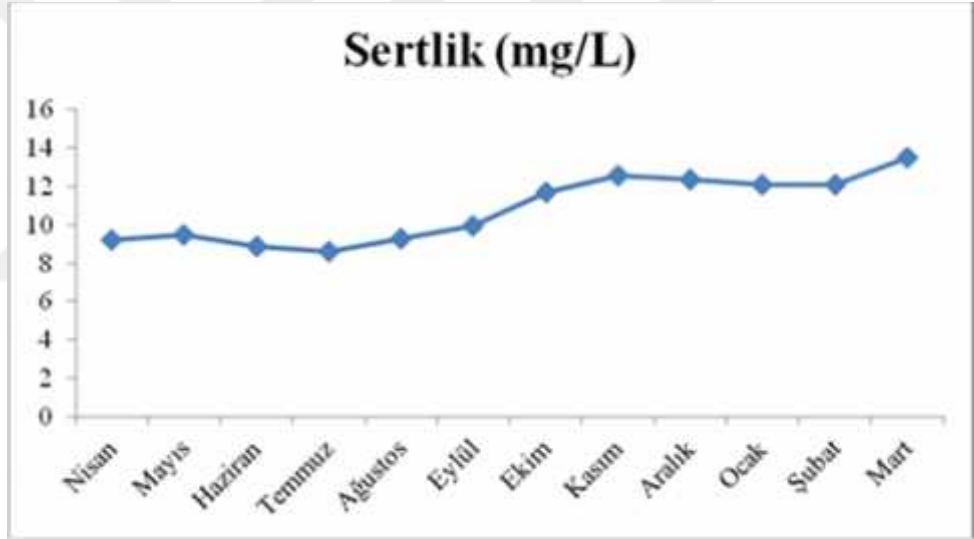
ekil 4.16. Tatların Baraj Gölü askıda katı madde de erinin aylık de i imi

Sularda yüzen katı maddeler, genellikle organik kökenli olup su bitkileri, ölmü hayvanlar, arıtılmamı atık sulardan gelen fekal maddeler ile biyoendüstri atıklarından olu ur. Askıda katı maddeler balı ın yüzme hareketlerini kısıtlar, hastalıklara kar ı direncini azaltır, balık yumurta ve larvalarının gaz alı veri ine etki ederek normal geli melerini ve balı ın besin bulma yetene ini olumsuz yönde etkiler [66]. Organik ya da inorganik kökenli olan ve akarsularla ta ıman askıda katı maddeler bulanıklı ı artırarak suya ı ık geçirgenli ini azaltırlar. Böylece fotosentez yoluyla olu an oksijen üretiminde önemli oranda azalma meydana gelir. Ayrıca sudaki askıda katı madde miktarının a ır ı artması balıklarda solungaç gibi hassas dokuların zarar görmesine, yavru ve yumurta ölümlerine yol açabilir.

4.2.16. Sertlik

Tatların Baraj Gölünde toplam sertlik değerinin Fransız sertlik derecesi olarak 8,63 ile 12,6 °F (ortalama 10,82 °F) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (ekil 4.17). Yaz döneminde en düşük olan değer sonbaharla birlikte yükselmeye başladı ve ilkbahara kadar en yüksek seviyede seyrettiği görülmüştür.

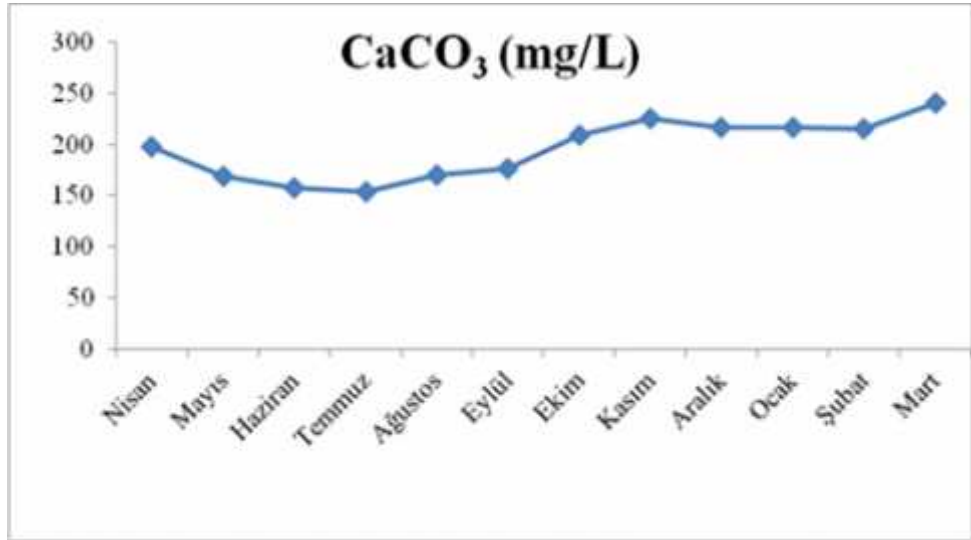
Su sertliğinin büyük bir kısmını kalsiyum, magnezyum iyonları ve az miktarda diğer metal iyonları oluşturur [63]. Sertlik sınıflandırmasına göre Tatların Baraj Gölü suyu “orta sert” su sınıfına girmektedir [54].



ekil 4.17. Tatların Baraj Gölü sertlik değerinin aylık değişimi

4.2.17. Kalsiyum Karbonat (CaCO₃)

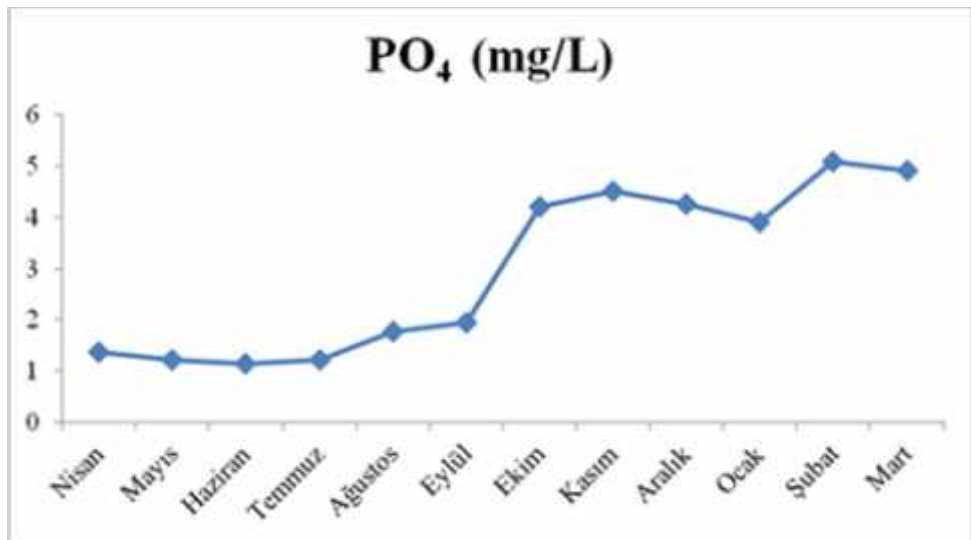
Tatların Baraj Gölünde CaCO₃ değerinin yıllık ortalaması 195,67 mg/L olarak hesaplanmıştır. Bu değer geniş bir değişim aralığına sahip olduğu en düşük değer Temmuz ayında (26 mg/L) ve en yüksek değer ise Mart ayında (240 mg/L) kaydedilmiştir (ekil 4.18). CaCO₃ su sertliğinin büyük bir kısmını oluşturur [63]. Yıllık CaCO₃ ortalamasına baktığımızda Tatların Baraj Gölünün orta sert su özelliği gösterdiği söylenebilir [54].



ekil 4.18. Tatlarin Baraj Gölü CaCO₃ de erinin aylık de i imi

4.2.18. Fosfat (PO₄)

Tatlarin Baraj Gölünde fosfat de erlerine bakıldı ında en dü ük de er (1,14 mg/L) yaz döneminde Haziran ayında görülmü olup bu de er sonbaharla birlikte artı göstererek en yüksek de erine ubat ayında (5,08 mg/L) ula tı ı görülmü tür. Yıllık ortalama fosfat de eri ise 2,96 mg/L olarak tespit edilmi tir (ekil 4.19).

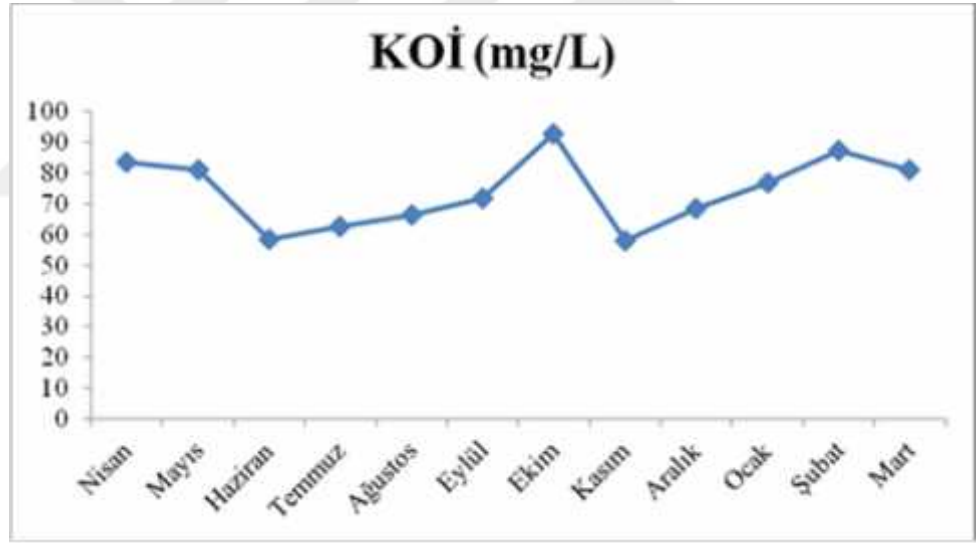


ekil 14.19. Tatlarin Baraj Gölü fosfat de erinin aylık de i imi

Fosfat içeriğinin 0,15-0,30 mg/L olan sularda üretkenliğin yüksek olduğunu, fakat bu değerlerin 0,30 mg/L'yi aşması durumunda suyun kirlenmesi sayılabileceğini, 0,50 mg/L aşması durumunda ise aşırı kirlenme ve ötrofikasyondan söz edilir.

4.2.19. Kimyasal Oksijen İhtiyacı

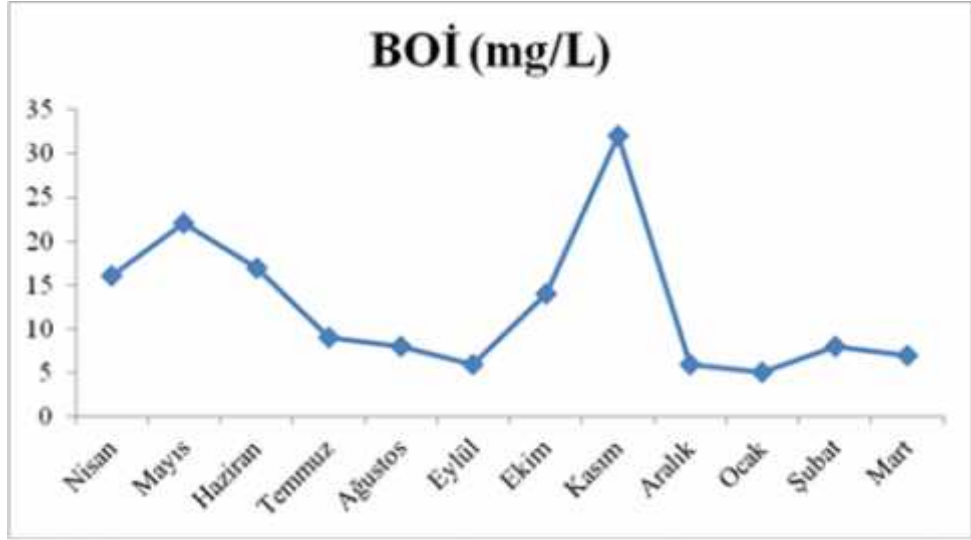
Tatların Baraj Gölünün Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KO) yıllık ortalama değeri 74,05 mg/L olarak hesaplanmıştır. Bu değer en düşük Kasım ayında (58 mg/L) ve en yüksek olarak ise Ekim ayında (92,9 mg/L) tespit edilmiştir (ekil 4.20). SKKY'e göre KO açısından Tatların Baraj Gölü 4. sınıf su özelliğindedir [54].



ekil 4.20. Tatların Baraj Gölü kimyasal oksijen ihtiyacı değerinin aylık değişimi

4.2.20. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı

Tatların Baraj Gölü Biyokimyasal Oksijen ihtiyacı (BO) değerinde yıl boyunca dalgalanmalar olduğu görülmüş olup yıllık ortalama değer 12,5 mg/L olarak hesaplanmıştır (ekil 4.21). En düşük değer Ocak ayında (6 mg/L) görülürken en yüksek değere Kasım ayında (33 mg/L) rastlanmıştır. SKKY'e göre BO açısından Tatların Baraj Gölü 3. sınıf su özelliğinde olduğu tespit edilmiştir [54].



ekil 4.21. Tatlarin Baraj Gölü biyolojik oksijen ihtiyacı de erinin aylık de i imi

4.3. Su Kalitesi Parametrelerinin De erlendirilmesi

Tatlarin Baraj Gölünde Nisan 2013-Mart 2014 tarihleri arasında yapılan ölçümler sonucunda aylık de i im gösteren de erler;

- Hava sıcaklı ı en dü ük Aralık, en yüksek Haziran ayında gözlemlenmi tir.
- Su sıcaklı ının hava sıcaklı ı paralel seyretti i görülmü ve en dü ük Aralık, en yüksek Haziran ayında oldu u anla ılmı tir.
- Çözünmü oksijen de erinin en dü ük Eylül, en yüksek Aralık ayında oldu u anla ılmı ve yıl içerisinde çözünmü oksijen miktarlarının de i imine göre bir kirlilik tehlikesi bulunmadı ı sonucuna varılmı tir.
- Elektriksel iletkenlik de erinin en dü ük Ocak, en yüksek Temmuz ayında oldu u görülmü ve Tatlarin Baraj Gölünün elektriksel iletkenlik de erlerinin balıkçılık için uygun oldu u anla ılmı tir.
- Toplam çözünmü madde miktarı de erleri en dü ük Mayıs, en yüksek Mart ayında oldu u gözlemlenmi tir.

- Tuzluluk de erlerinin de toplam çözünmü madde miktarları gibi en dü ük Mayıs, en yüksek Mart ayında oldu u görülmü tür.
- pH de erlerinin ubat ile Temmuz ayları arasında de i iklik gösterdi i belirlenmi ve baraj gölü suyunun alkali özellik oldu u anla ılmı dolayısıyla da balık ya amı için uygun ortam olmadı ı tespit edilmi tir.
- Nitrit de erlerinin en dü ük Ekim, en yüksek ubat ayında oldu u anla ılmı tir.
- Nitrat ölçümlerinin en dü ük Eylül, en yüksek ubat ayında oldu u tespit edilmi tir.
- Amonyak; en dü ük Temmuz, en yüksek Kasım ayında görülmü tür. Tatların Baraj Gölünde amonyak ortalamasının istenilen de erlerin çok üzerinde oldu u anla ılmı tir.
- Amonyum; en dü ük Temmuz ayında, en yüksek Ekim ayında gözlemlenmi tir. Oksijence zengin sularda amonyum iyonuna çok az miktarda rastlandı ı bilinmektedir.
- Potasyum de erlerine en dü ük Mayıs, en yüksek Kasım ayında rastlanılmı tir. Tatların Baraj Gölünde de potasyum de erinin normalin üzerinde oldu u anla ılmı tir.
- Sülfat oranlarının en dü ük Temmuz, en yüksek Nisan ayında oldu u görülmü tür. Tarımsal etkinliklerin ve çe itli endüstriyel atıkların neden oldu u sülfat artı ı kirlili in bir göstergesidir.
- Florür de erlerine en dü ük Mayıs, en yüksek Haziran ayında rastlanılmı tir.
- Klor; en dü ük Haziran, en yüksek Ekim ayında oldu u tespit edilmi tir. Ortalama klor iyonu konsantrasyonu dikkate alındı ında Tatların Baraj Gölünün az kirlenmi su özelli inde oldu u belirlenmi tir.
- Kalsiyum karbonat de erlerinin en dü ük Temmuz, en yüksek Mart ayında oldu u gözlenmi tir.

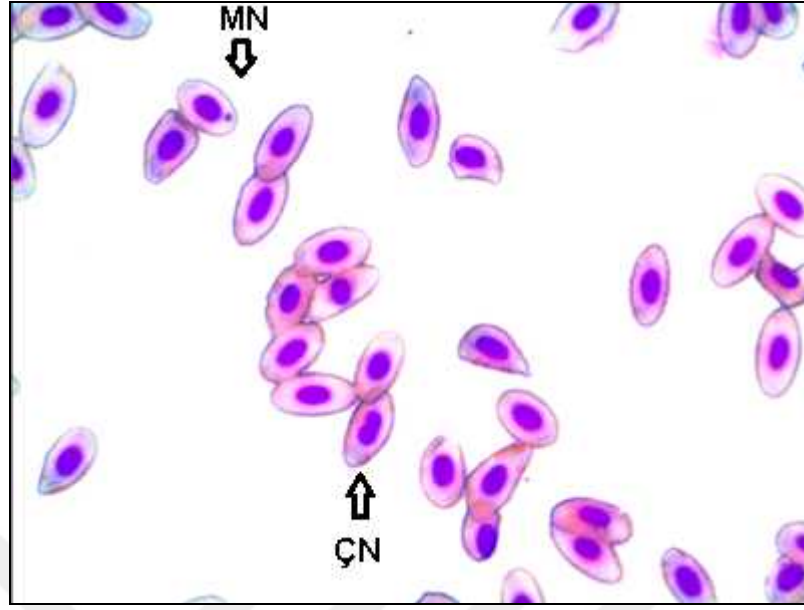
- Fosfat oranları en düşük Haziran, en yüksekubat ayında görülmü tür. Fosfat de erinin yükselmesi durumunda suyun kirlenmi sayılabilece inden söz edilebilir.
- Kimyasal oksijen ihtiyacına en düşük Kasım, en yüksek Ekim ayında rastlanmı tır. Biyokimyasal Oksijen ihtiyacının ise en düşük Ocak, en yüksek Kasım ayı oldu u görülmü tür.

Elde edilen verilerle Tatların Baraj Gölünde meydana gelen kimyasal kirlili e neden olan etkenler araştırılmı ve su kalitesinin akuakültür için elverişli olmadığı anlaşılmı tır.

SKKY'ye göre genel bir değerlendirme yapılacak olursa Tatların Barajı suyunun kirli olarak değerlendirilebilece i sonucuna varılmı tır. Nitekim hemen hemen her yıl yaz aylarında toplu balık ölümlerinin ya andığı göz önüne alınacak olursa bu ölümlerin kirlilikle bağlantılı olarak ortaya çıktığı kolaylıkla söylenebilir. Söz konusu kirlili in evsel ve tarımsal kaynaklı olarak daha çok besleyici elementlerden kaynaklandığı, endüstriyel bir kirlili in söz konusu olmadığı da ortaya çıkmı olmaktadır. Nitekim kış aylarında ortaya çıkan besleyici elementlerden kaynaklı kirlilik yükü iklim ve su koşullarının iyileşmesine bağlı olarak ilkbahar-sonbahar dönemlerinde alg patlamasına ve buna bağlı olarak ötrofikasyona sebep olmaktadır. Bu nedenle baraj gölüne dökülen akarsuya evsel kirleticilerin girişinin engellenmesi veya arıtıldıktan sonra de arjının sağlanması durumunda kirlili in önemli ölçüde engellenece i söylenebilir.

4.4. Mikronükleus Analizi ve Nükleus Düzensizlikleri

Boyama yapılmı olan preparatların mikroskop altında incelenmesi sonucunda Mikronükleus (MN) frekansları ile kromozom anomalilerinden tomurcuklu nükleus (TN), çentikli nükleus (ÇN), loblu nükleus (LN) ve binükleus (BN) frekansları belirlenmi tir (ekil 4.22).



ekil 4.22. Mikronükleus (MN) ve Çentikli nükleusların (ÇN) görünümü

Tatların Baraj Gölündeki *Carassius gibelio* ve *Carassius auratus*'a ait Mikronükleus (MN) frekansları ile kromozom anomalilerinden tomurcuklu nükleus (TN), çentikli nükleus (ÇN), loblu nükleus (LN) ve binükleus (BN) frekansları belirlenmiştir.

Buna göre Tatların Baraj Gölündeki *C. gibelio*'ya ait MN, TN ve ÇN frekansları *C. auratus*'taki frekanslarla karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur (ekil 4.22). LN ve BN frekansları ise *C. auratus*'ta *C. gibelio*'dan daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.2).

Tatların Baraj Gölünde *C. gibelio* ($6,12 \pm 3,61$) ve *C. auratus* ($5,57 \pm 2,34$) MN sonuçlarından daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun nedeni olarak Tatların Baraj Gölündeki amonyak ve fosfat kirliliği veya diğer genotoksik kimyasallar olabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde kimyasal maddelerle kirlenmiş tatlı su ekosistemlerinde MN frekanslarında önemli artışlar olduğu; bu artışlara *Barbus plebejus* [67], *Salmo trutta* [68] ve *Carassius sp.* [69] gibi türlerde rapor edilmiştir.

Tablo 4.2. Tatların Baraj Gölündeki *Carassius gibelio* ve *Carassius auratus* eritrositlerinde mikronükleus frekansları

Tür	n	Eritrosit Sayısı	Mikronükleus frekansı /1.000 hücre±Standart sapma	%95 Güven aralı ı
<i>Carassius gibelio</i>	33	3,000	6,12±3,61	4,89-7,35
<i>Carassius gibelio</i>	33	3,000	6,12±3,61	4,89-7,35

Ergene ve çalı ma arkada ları (2007) Göksu Deltası'nda yaptıkları ara tırmada *C. gariepinus* eritrositlerinde tomurcuklu nükleus sayısı Akgöl'de $4,75\pm0,08$; Paradeniz'de $4,90\pm0,09$ olarak, *A. orontis*'te Akgöl'de $4,15\pm0,50$, Paradeniz'de $3,45\pm0,87$ bulmu lardır [70]. Bu sonuçlar Tatların Baraj Gölünde *C. gibelio* ($6,12\pm3,61$) ve *C. auratus* ($5,57\pm2,34$) MN sonucundan daha yüksek oldu u görülmü tür (Tablo 4.3). Bu farklılıkların nedeni sudaki kirlenme seviyelerinin, balık türlerinin, türlerin beslenme alı kanlıklarının, habitatların, balık davranı larının farklılı ından kaynaklandı ı dü ünülmektedir [70].

Tablo 4.3. Tatların Baraj Gölündeki *Carassius gibelio* ve *Carassius auratus* eritrositlerinde tomurcuklu nükleus frekansları

Tür	n	Eritrosit Sayısı	Tomurcuklu nükleus frekansı /1.000 hücre±Standart sapma	%95 Güven aralı ı
<i>Carassius gibelio</i>	33	3,000	$3,00\pm1,68$	2,43-3,57
<i>Carassius auratus</i>	28	3,000	$1,88\pm1,05$	1,49-2,27

Do al balıklarda nükleus anomalilerinin sayılması kimyasalların sa lı a etki gücünü anlamak için yararlı oldu u ispatlanmı tır [72]. Aynı zamanda bu anomaliler balıklarda sitotoksik/genotoksik hasarın indikatörü olarak kabul edilir. Tatların Baraj Gölünün fazla miktarda ehirsel atıklara maruz kaldı ından dolayı her iki türde çentikli nükleus oranlarının yüksek oldu u görülmektedir.

Tablo 4.4. Tatların Baraj Gölündeki *Carassius gibelio* ve *Carassius auratus* eritrositlerinde çentikli nükleus frekansları

Tür	n	Eritrosit Sayısı	Çentikli nükleus frekansı /1.000 hücre±Standart sapma	%95 Güven aralı ı
<i>Carassius gibelio</i>	33	3,000	3,58±1,99	2,90-4,26
<i>Carassius auratus</i>	28	3,000	2,69±1,84	2,01-3,37

Tablo 4.5. Tatların Baraj Gölündeki *Carassius gibelio* ve *Carassius auratus* eritrositlerinde loblu nükleus frekansları

Tür	n	Eritrosit Sayısı	Loblu nükleus frekansı /1.000 hücre±Standart sapma	%95 Güven aralı ı
<i>Carassius gibelio</i>	33	3,000	1,47±0,83	1,19-1,75
<i>Carassius auratus</i>	28	3,000	1,50±0,58	1,29-1,71

Tablo 4.6. Tatların Baraj Gölündeki *Carassius gibelio* ve *Carassius auratus* eritrositlerinde binükleus frekansları

Tür	n	Eritrosit Sayısı	Binükleus frekansı /1.000 hücre±Standart sapma	%95 Güven aralı ı
<i>Carassius gibelio</i>	33	3,000	1,46±0,97	1,13-1,79
<i>Carassius auratus</i>	28	3,000	1,60±0,89	1,27-1,93

Fiziksel ve kimyasal analiz verileri de erlendirildi inde, Tatların Baraj Gölünde ortalama su sıcaklı ı, TÇM, nitrit, florür ve sülfat de erlerine göre su kalitesi I. sınıftır (yüksek kaliteli su). Ortalama çözünmü oksijen ve klorür de erleri bakımından II. sınıf (az kirlenmi su), amonyum ve BO de erlerine göre de III. sınıf (kirlenmi su), pH, nitrit, fosfat ve KO de erleri bakımından IV. sınıf (çok kirli su) kalite özelli i göstermi tir. Su kalitesi I-IV arasında de i im gösteren Tatların Baraj Gölü, SKKY'de

belirtilen uygun su ihtiyaçları için de erlendirilebilir nitelikte olmadı ı görölmektedir. Baraj gölünün su kalitesinin içme, kullanma ve akuakültür için uygun artların olmadı ı görölmektedir. Tatların Baraj Gölündeki sonuçlar bu alanda yüksek bir genotoksik kirlili in oldu unu gözlenmektedir. Bu kimyasal kirlili in Acıgöl ilçesi ile Tatların Baraj Gölü arasında kalan bölgedeki antropojenik ve zirai faaliyetlerden kaynaklandı ı dü ünölmektedir.

Sonuç olarak, Tatların Baraj Gölünde ekolojik dengenin korunması sürdürülebilir geli menin sa lanması ve akılcı kullanılması için su kalite izleme çalı malarının devam ettirilmesi büyük önem ta ımaktadır. Bu çalı ma mikronükleus ve di er çekirdek anomalilerinin sıklıklarını tespiti açısından veri tabanı olu turan ve baraj göllerindeki yerli türlerle ilgili ilk çalı ma olma özelli indedir. Sudaki kimyasalların genotoksik etkisi Tatların Baraj Gölü'nde iki farklı balık türü üzerinde ara tırılmı tır. Bundan sonraki çalı malarda baraj göllerinde ya ayan di er balık türleri ve sucul organizmalar üzerine genotoksik etkilerin, sudaki a ır metal ve pestisit miktarlarına bakılarak ara tırılması, MN testi ile beraber histolojik etkilerinde incelenmesinin daha isabetli sonuçlar elde edilmesini sa layaca ı görü ündeyiz.

Gerek laboratuvar ko ullarında gerekse do al ortamlarında, balık eritrositlerinde yapılacak in vivo MN denemelerinden elde edilecek veriler ile, genotoksinlerin tespit edilmesinde, ayrıca toksik dozlarının belirlenmesinde, sucul ortamlardaki toksik maddelerin genotoksik etkile imleri hakkında bilgi edinilmesinde, zahmetli ve ekonomik olarak maliyeti yüksek di er yöntemlere göre, daha kolay ve ucuz bir seçenek olabilece i dü ünölmektedir.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma sonucunda ortaya çıkan bazı önemli sonuçlar;

- Bu çalışma ile Tatların Baraj Gölünün su kalitesi parametrelerinden yararlanarak, mevcut kirliliğin bazı Cyprinidae familyasına mensup ait *C. gibelio* ve *C. auratus* türleri üzerine olan toksik etkileri mikronükleus testi ile belirlenmiştir.
- Tatların Baraj Gölünün su kalitesinin akuakültür için uygun şartları sağlamadığı ve yüksek bir genotoksik kirliliğe maruz kaldığı görülmüştür.
- Görülen bu kimyasal kirliliğin Tatların Baraj Gölünün bulunduğu bölgedeki antropojenik ve zirai faaliyetlerden kaynaklandığı anlaşılmıştır.
- Gerek laboratuvar koşullarında gerekse doğal ortamlarında, balık eritrositlerinde yapılacak in vivo MN denemelerinden elde edilecek veriler ile genotoksinlerin tespit edilmesinde, ayrıca toksik dozlarının belirlenmesinde, sucul ortamlardaki toksik maddelerin genotoksik etkileşimleri hakkında bilgi edinilmesinde, zahmetli ve ekonomik olarak maliyeti yüksek diğer yöntemlere göre, daha kolay ve ucuz bir seçenek olabileceği düşünülmektedir.
- Uzun vadede Tatların Baraj Gölü su kalitesinin iyileştirilebilmesi için Acıgöl İçesi ve nallı Kasabalarındaki yerel yönetimlerin acilen Acıgöl Atıksı Arıtma Tesisinin inşaatının tamamlanıp işletmeye açılmasıdır.
- Kısa vadede Tatların Baraj Gölünde sulama amaçlı olarak kontrolsüz şekilde su alınmasına son verilmeli. Yaz aylarında meydana gelen ötrofikasyonun önlenmesi için gerekli kurullardan yardım istenmelidir.
- Tatların Baraj Gölünde kirlilik nedeniyle özellikle yaz aylarında meydana gelen balık ölümlerinin olduğu dönemlerde ve diğer zaman dilimlerinde balık yakalanmaması ve balıkların yenmemesi için uyarıcı levhaların düzenlenmesi gerekmektedir.

- Tatların Baraj Gölündeki istilacı türler olan *C. gibelio* ve *C. auratus* türleri ayıklanmalıdır.
- Çok az bilimsel çalışmanın yapıldığı bu baraj gölünde tatlı su ekosistemlerinin korunması, sürdürülebilir gelişiminin sağlanması ve akılcı kullanılabilmesi için daha detaylı izleme çalışmaları devam ettirilmelidir.
- Bundan sonra yapılacak araştırmalarda su kalite parametreleri farklı istasyonlarda ve farklı derinliklerde periyodik olarak yapılırsa insan etkisi sonucunda su kalitesinin nasıl etkilendiği ve suyun kullanım standartlarına uygunluğunun takip edilmesi ve zamanında tedbirlerin alınmasına imkan sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

1. Zeliger, H.I., "Water Pollution", Human Toxicology of Chemical Mixtures 2nd ed., Elsevier, Oxford, s. 65-95, 2011.
2. Stoud, R.B., Spellman, J.L., Potts, R.R., Oakley, A.J., "Chemistry and apparent quality of surface water and ground water associated with coal basins", *Government Reports Announcements and Index*, s 97, 1986.
3. Ahmad, M.U., "Strip mining and water pollution", *Ground Water*, 11 (5), 37-41, 1973.
4. Dudka, S., Adriano, D.C., "Environmental impacts of metal ore mining and processing: a review", *J. Environ. Qual.*, 26 (3), 590-602, 1997.
5. Gross, M.J., Barry, D.A.J., Rudolph, D.L., "Contamination of Ontario farmstead domestic wells and its association with agriculture. 1. Results from drinking water wells", *J. Contamin. Hydrol.*, 32, 267-293, 1998.
6. Ritter, L., Solomon, K., Sibley, P., "Sources, pathways and relative risks of contaminants in surface water and groundwater", *J. Toxicol. Environ. Health*, 65 (1), 1-142, 2002.
7. Siedlecki, J.T., "Petroleum refineries", *Encycl. Occup. Health Saf.*, 2, 1659-1665, 1983.
8. Feuston, M.H, Low, L.K., Hamilton, C.E., Mackerer, C.R., "Correlation of systemic and developmental toxicities with chemical component classes of refinery streams", *Fundam. Appl. Toxicol.*, 22 (4), 622-630, 1994.
9. Walker, W.J., McNutt, R.P., Maslanka, C.K., "The potential contribution of urban runoff to surface sediments of the Passaic River: sources and chemical characteristics", *Chemosphere*, 38 (2), 363-377, 1999.

10. Hwang, H.M., Foster, G.D., “Characterization of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban stormwater runoff flowing into the tidal Anacosta River, Washington, DC”, *Environ. Pollut.*, 140 (3), 416-426, 2006.
11. Stein, E.D., Tiefenthaler, L.L., Schiff, K., “Watershed-based sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban storm water”, *Environ. Toxicol. Chem.*, 25 (2), 373-385, 2006.
12. Markiewicz-Patkowska, J., Hursthouse, A., Przybyla-Kij, H., “The interaction of heavy metals with urban soils: sorption behavior of Cd, Cu, Cr, Pb and Zn with a typical mixed brownfield deposit”, *Environ. Int.*, 31 (4), 513-521, 2005.
13. Rocher, V., Azimi, S., Moilleron, R., Chebbo, G., “Hydrocarbons and heavy metals in the different sewer deposits in the “Le Marais” catchment (Paris, France): stocks, distributions and origins,” *Sci. Total Environ.* 323 (1-3), 107-122, 2004.
14. Hathaway, S.W., “Toxic compounds in household wastewater.” *U.S. EPA Report*, No. EPA/600/2-80-128, Cincinnati, 1980.
15. Landolph Jr, J.R., “Genetic Toxicology”, *Encyclopedia of Toxicology* 3rd ed., *Academic Press*, Oxford. S. 715-725, 2014.
16. McQueen, C., “Carcinogenicity”, *Comprehensive Toxicology* 2nd ed., *Elsevier*, s. 1308. 2010.
17. Doherty, A.T., “The In Vitro Micronucleus Assay”, *Genetic Toxicology: Principles and Methods*, *Springer*, New York, s. 121-141, 2012.
18. ekero lu, V., Atlı- ekero lu, Z., “Genotoksik hasarın belirlenmesinde mikronükleus testi”, *Turk Hij. Den. Biyol. Derg.*, 68(4), s. 241-52, 2011.
19. Environmental fate of 129 priority pollutants, *U.S. Environmental Protection Agency*, EPA-440/4-79-029, 1979.
20. Udriou, I., “The Micronucleus Test for Aquatic Toxicology”, *Aquatic Toxicology Research Focus*, Editörü/Editörleri, Svensson, E., P., *Nova Publishers*, s. 145-160, 2008.

21. Tucker, J.D., Preston, R.J., "Chromosome aberrations, micronuclei, aneuploidy, sister chromatid exchanges, and cancer risk assessment", *Mutat. Res.*, 365, 147-159, 1996.
22. Stahl, R.G., "The genotoxicity of organic compounds in natural waters and waste waters", *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 22, 94-125, 1991.
23. Hayashi, M., "The micronucleus test-most widely used in vivo genotoxicity test", *Genes and Environment*, 38(1), s. 18, 2016.
24. Evans, H.J., Neary, G.J., Williamson, F.S., "The relative biological efficiency of single doses of fast neutrons and gamma-rays on *Vicia faba* roots and the effect of oxygen: Part II. Chromosome damage: the production of micronuclei." *Int J Rad Biol.*, 3, 216-29, 1959.
25. Boller, K., Schmid, W., "Chemische Mutagenese beim Sauger. Das Knochenmark des Chinesischen Hamsters als in vivo-testsystem. Haematologische Befunde nach Behandlung mit Trenimon", *Humangenetik*, 11 (35), s 54, 1970.
26. Heddle, J.A., "A rapid *in vivo* test for chromosomal damage", *Mutat Res.*, 18 (187), s. 90, 1973.
27. Coutryman, P.I., Heddle, J.A., "The production of micronuclei from chromosome aberrations in irradiated cultures of human lymphocytes", *Mutat Res.*, 41 (321), s. 32, 1976.
28. Fenech, M., Morley, A.A. "Measurement of micronuclei in lymphocytes", *Mutat Res.*, 147(1-2): 29-36, 1985.
29. Cole, R.J., Taylor, N.A., Cole, J., Arlett, C.F., "Transplacental effects of chemical mutagens detected by the micronucleus test", *Nature*, 227, s. 317-8, 1979.
30. King, M-T., Wild, D., "Transplacental mutagenesis: The micronucleus test on fetal mouse blood," *Hum Genet.*, 51, 183-94, 1979.

31. MacGregor, J.T., Wehr, C.M., Gould, D.H., "Clastogen-induced micronuclei in peripheral blood erythrocytes: The basis of a improve micronucleus test", *Environ. Mutagen*, 2, 509-14, 1980.
32. Lahdetie, J., Parvinen, M., "Meiotic micronuclei induced by X-rays in early spermatids of the rat", *Mutat Res.*, 81, 103-15, 1981.
33. Tates, A.D., Dietrich, A.J.J., de Vogel, N., Newteboom, I., Bos, A., "A micronucleus method for detection of meiotic micronuclei in male germ cells of mammals", *Mutat Res.*, 121, 131-8, 1983.
34. Heddle, J.A., Hite, M., Kirkhart, B., Mavournin, K., MacGregor, J.T., Newell, G.W., Salamone, M.F., "The induction of micronuclei as a measure of genotoxicity. A report of the U.S. Environmental Protection Agency Gene-Tox Program", *Mutat. Res.* 123, 527-49, 1983.
35. Ashby, J., "Evaluation of short term tests for carcinogens: Report of the International Programme on Chemical Safety's Collaborative Study on in vivo assays", *Cambridge Univ. Press*, New York, 1988.
36. Hayashi, M., Sofuni, T., Ishidate, M.Jr., "An application of acridine orange fluorescent staining to the micronucleus test", *Mutat Res.*, 120, 241-7, 1983.
37. MacGregor, J.T., Wehr, C.M., Langlois, R.G., "A simple fluorescent staining procedure for micronuclei and RNA in erythrocytes using Hoechst 33258 and pyronin Y", *Mutat Res.*, 20, 269-75, 1983.
38. Thomson, E.J., Perry, P.E., "The identification of micronucleated chromosomes: a possible assay for aneuploidy", *Mutagenesis*, 3, 415-8, 1988.
39. Degrassi, F., Tanzarella, C., "Immunofluorescent staining of kinetochores in micronuclei: a new assay for the detection of aneuploidy", *Mutat Res.*, 203, 339-45, 1988.
40. Hayashi, M., Maki-Paakkanen, J., Tanabe, H., Honma, M., Suzuki, T., Matsuoka, A., Mizusawa, H., Sofuni, T., "Isolation of micronuclei from mouse blood and

fluorescence in situ hybridization with a mouse centromeric DNA probe”, *Mutat Res.*, 307, 245-51, 1994.

41. Hayashi, M., Tice, R.R., MacGregor, J.T., Anderson, D., Blakey, D.H., Kirsh-Volders, M., Oleson, F.B., Pacchierotti, F., Romagna, F., Shimada, H., Sutou, S., Vannier, B., “In vivo rodent erythrocyte micronucleus assay”, *Mutat Res.*, 312, 293-304, 1994
42. Al-Sabti, K., “Comparative micronucleated erythrocyte cell induction in three cyprinids by five carcinogenic-mutagenic chemicals”, *Cytobios*, 47, 147-154, 1986.
43. Kurihara, Y., Rienkjkarn, M., Etoh, H., “Cytogenetic adaptive response of cultured fish cells to low doses of X-rays.” *J. Radiat. Res.*, 33, 267-274, 1992.
44. Ueda, T., Hayashi, M., Ohtsuka, Y., Nakamura, T., Kobayashi, J., Sofuni, T., “A preliminary study of the micronucleus test by acridin orange fluorescent staining compared with chromosomal aberration test using fish erythropoietic and embryonic cells”, *Water Sci. Tech.*, 25, 235-240, 1992.
45. Al-Sabti, K., “Micronuclei induced by selenium, mercury, methylmercury and their mixtures in binucleated blocked fish erythrocyte cells”, *Mutat. Res.*, 320, 157-163, 1994.
46. Arkhipchuk, V.V., Garanko, N.N., “Using the nucleolar biomarker and the micronucleus test on in vivo fish fin cells”, *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 62, 42-52, 2005.
47. Çava , T., Konen, S., “Detection of cytogenetic and DNA damage in peripheral erythrocytes of goldfish (*Carassius auratus*) exposed to a glyphosate formulation using the micronucleus test and the comet assay”, *Mutagenesis*, 2007.
48. Gül, S., Nur, G., Kaya, T.Ö., Kamber, U., Gürdegin, B., “Detection of micronuclei in peripheral erythrocytes of *Orthrias angorae* (Steindachner, 1897) exposed to malathion”, *Fresenius Environ .Bull.*, 16, 472-476, 2007.

49. Winter, M.J., Ellis, L.C., Hutchinson, T.H., “Formation of micronuclei in erythrocytes of the fathead minnow (*Pimephales promelas*) after acute treatment with mitomycin C or cyclophosphamide”, *Mutat. Res.*, 629, 89-99, 2007.
50. Williams, R.C., Metcalfe, C.D., “Development of an in vivo hepatic micronucleus assay with rainbow trout”, *Aquat. Toxicol.*, 23, 193-202, 1992.
51. Rao, S.S., Neheli, T., Carey, J.H., Cairns, V.W., “Fish hepatic micronuclei as an indication of exposure to genotoxic environmental contaminants”, *Environ. Toxicol. Water Qual.*, 12, 217-222, 1997.
52. Çava , T., Garanko, N.N., Arkhipchuk, V.V., “Induction of micronuclei and binuclei in blood, gill and liver cells of fishes subchronically exposed to cadmium chloride and copper sulphate”, *Food Chem. Toxicol.*, 43, 569-574, 2005.
53. nternet: “Devlet Su leri Genel Müdürlü ü” 2012 Tatların Barajı Gölü Haritası”
<http://www2.dsi.gov.tr/baraj/detay.cfm?BarajID=124>
54. Anonim, “Su Kirlili i Kontrolü Yönetmeli i”, 31 Aralık 2004 Tarih ve 25687 Sayılı Resmi Gazete, Çevre ve Orman Bakanlığı 1, Ankara, 2004.
55. Carrasco, K.R., Tilbury, K.L., Myers, M.S., “An assessment of the piscine micronucleus test as an in-situ biological indicator of chemical contaminant effects”, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47:2123-2136, 1990.
56. Tanyolaç, J., “Limnoloji (Tatlı su Bilimi)”, Hatipo lu Basım ve Yayım San. Tic. 4. Baskı, Ankara, s. 237, 2004.
57. Wetzel, R.G., “Limnology”, 2nd ed., *Saunders*, USA, 1983.
58. Bremond, R., Vuichard, R., “Parameters of water quality”, *Ministry of Nature Protection and Environment*, s. 179, 1973.
59. Verep, B., Serdar, O., Turan, D., ahin, C., “ yidere (Trabzon)’nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi”, *Ekoloji*, 57, 26-35, 2005.

60. Nisbet, M., Verneaux, J., “Composantes Chimiques des Eaux Courantes, Discussion et Proposition de Classes en Tant Que Bases D’interpretation des Analyses Chimiques”, *Annales de Limnologie*, 6 (2), 161-170, 1970.
61. Yaramaz, Ö., “Çevre ve Su kirlili i”, *Ege. Üni. Su Ür. Fak. Yayınları*, zmir, 42, s. 91, 1992.
62. Boyd, C.E., “Water Quality for Pond Aquaculture”, *Alabama Agricultural Experiment Station Research and Development Series*, 43, 1998.
63. Küçük, S., “Büyük Menderes Nehri Su Kalite Ölçümlerinin Su Ürünleri Açısından ncelenmesi”, *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (1-2), 7-13, 2007.
64. Güler, Ç., Çobano lu, Z., “Su Kalitesi. Çevre Sa lı ı Temel Kaynak Dizisi”, 43, 92, 1997.
65. Kırankaya, .G., Ekmekçi, G., “Gelingüllü Baraj Gölünde Su Kalitesinin Balık Ya amı Açısından De erlendirilmesi”, *Türk Sucul Ya am Dergisi*, 3 (4), 333-340, 2005. Atay, D., Pulatsü, S., “Su Kirlenmesi ve Kontrolü”, *Ankara Üniversitesi Basımevi*, Ankara, s. 307, 2000.
66. Atay, D., Pulatsü, S., “Su Kirlenmesi ve Kontrolü”, *Ankara Üniversitesi Basımevi*, Ankara, s. 307, 2000.
67. Minissi, S., Ciccotti, E., Rizzoni, M., “Micronuclei test in erythrocytes of *Barbus plebejus* (teleostei, Pisces) from two natural environments: a bioassay for the in situ detection of mutagens in freshwater”, *Mutation Research*, 367 (4), 245-251, 1996.
68. Sanchez-Galan, S., Linde, A.R., Izquierdo, J.I., Garcia, V.E., “Micronuclei and fluctuating asymmetry in brown trout (*Salmo trutta*): complementary methods of biomonitor freshwater ecosystems”, *Mutation Research*, 412 (3), 219-225, 1998.
69. Hayashi, M.T., Ueda, T., Uyeno, K., Wada, K., Kinae, N., Saotome, K., Tanaka, N., Takai, A., Sasaki, Y.F., Asano, N., Sofuni, T., Ogima, Y., “Development of genotoxicity assay systems that use aquatic organisms”, *Mutation Research*, 399 (2), 217-225, 1998.

70. Ergene, S., Çava , T., Çelik, A., Köleli, N., Kaya F., Karahan, A., “Monitoring of nuclear abnormalities in peripheral erythrocytes of three fish species from the Goksu Delta (Turkey): genotoxic damage in relation to water pollution”, *Ecotoxicology*, 16, 385-391, 2007.
71. Kargin, F., “Seasonal changes in levels of heavy metals in tissues of *Mullus barbatus* and *Sparus aurata* collected from Iskenderun gulf (Turkey)”, *Water Air Soil Pollut.*, 90, 557-562, 1996.
72. Rodriguez-Cea, A., Ayllon, F., Garcia-V.E., “Micronuclei test in freshwater fish species: an evaluation of its sensitivity for application in field surveys”, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 56, 442-448, 2003.

ÖZGEÇM

Selen ÇATAK, 1989 yılında Ankara'nın Mamak ilçesinde doğdu. İlköğretim ve ortaöğrenimini Ankara'nın Yenimahalle ilçesinde tamamladı. 2008-2012 yılları arasında Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünde lisans öğrenimini tamamladı. 2010-2011 eğitim öğretim döneminde Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde Pedagojik formasyon eğitimi aldı. 2012-2013 eğitim öğretim yılı Güz Döneminde Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Selen ÇATAK 2016 yılında evlenerek KUTOLU soyadını almıştır.

Adres : Harman Mah. Mamak Çarşısı Cad.

Ayder Apt. No:23/2 Mamak

ANKARA

Telefon : 0 (555) 420 24 60

E-posta : selenscataks@hotmail.com

