

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAPANCA GÖLÜ'NDE YAŞAYAN SAZAN
BALIĞININ (*Cyprinus carpio*) BİYOLOJİSİ VE
HEMATOLOJİK PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müge ALSARAN

Enstitü Anabilim Dalı : BİYOLOJİ
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Nazan Deniz YÖN ERTUĞ
Ortak Danışman : Doç. Dr. Figen Esin KAYHAN

Haziran 2016

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAPANCA GÖLÜ'NDE YAŞAYAN SAZAN
BALIĞININ (*Cyprinus carpio*) BİYOLOJİSİ VE
HEMATOLOJİK PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müge ALSARAN

Enstitü Anabilim Dalı : BİYOLOJİ

Bu tez 21.06.2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.


Doç. Dr. Figen Esin KAYHAN

Jüri Başkanı

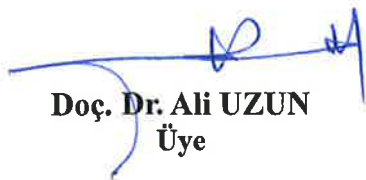

Doç. Dr. Nazan Deniz

YÖNERTUĞ

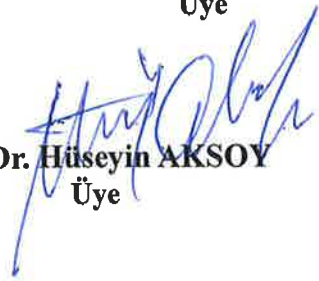
Üye


Doç. Dr. Sibel ÇOLAK

Üye


Doç. Dr. Ali UZUN

Üye


Doç. Dr. Hüseyin AKSOY

Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Müge ALSARAN

13.05.2016

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimime başladığım günden bu yana kendisiyle çalışmaktan büyük onur duyduğum, yalnızca bilgisiyle değil her konuda destek sağlayan, çözüm üreten ve yol gösteren değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Nazan Deniz YÖN ERTUĞ'a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Tezime başladığım andan itibaren desteklerini, ilgilerini ve bilgilerini esirgemeyen Sayın Hocam Doç. Dr. Figen Esin KAYHAN'a en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Çalışmalarında büyük ilgi, destek ve yardımlarını gördüğüm Sayın Arş. Gör. Cansu AKBULUT ve Arş. Gör. Tarık DİNÇ hocalarıma, ayrıca laboratuvar çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen Güllü KAYMAK ve Şeyma TARTAR'a çok teşekkür ederim.

Ailenin bir ferdi olmaktan gurur duyduğum varlıklarıyla huzur bulduğum, büyük fedakarlıklarla her zaman sonsuz sabır, sevgi ve destekleriyle yanımda olan benim yaşam kaynağım canım ailem; annem Ülkü ALSARAN, babam Abdulhekim ALSARAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışmanın maddi açıdan desteklenmesine olanak sağlayan TÜBİTAK 2210-C Öncelikli Alanlara Yönelik (Su/öncelikli, spesifik ve mikro kirleticiler) Yurtiçi Yüksek Lisans Burs Programına teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	viii
SUMMARY	ix
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1. Sapanca Gölü.....	5
2.2. Sazan Balığı.....	6
2.3. Balıklarda Kan Hücrelerinin Oluşumu.....	9
2.4. Hematolojik Parametreler	10
2.4.1. Eritrosit.....	12
2.4.2. Lökosit ve trombosit.....	12
2.4.3. Hemoglobin	12
2.4.4. Hematokrit.....	13
2.4.5. Ortalama eritrosit hacmi (MCV)	13
2.4.6. Ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC).....	13
2.4.7. Ortalama eritrosit hemoglobin düzeyi (MCH)	13
2.5. Balıklarda Yaş Tayini.....	13

BÖLÜM 3.

MATERYAL VE YÖNTEM	15
3.1. Materyal	15
3.2. Yöntem	15
3.2.1. Kullanılan araç-gereçler	15
3.2.2. Kullanılan kimyasal çözeltiler.....	15
3.3. Analizler	16
3.3.1. Morfolojik parametrelerin hesaplanması	16
3.3.1.1. Pul tayini ve hesaplanması.....	16
3.3.1.2. Otolit tayini ve hesaplanması.....	17
3.3.2. Hematolojik parametrelerin hesaplanması	17
3.3.2.1. Eritrosit, lökosit ve trombosit miktarının belirlenmesi..	17
3.3.2.2. Hemoglobin miktarının ve hematokrit düzeyinin belirlenmesi	19
3.3.2.3. Ortalama eritrosit hemoglobin düzeyi (MCH).....	19
3.3.2.4. Ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC)	20
3.3.2.5. Ortalama eritrosit hacmi (MCV)	20
3.3.2.6. Kan preparatı hazırlanması	20

BÖLÜM 4.

ARAŞTIRMA BULGULARI	21
---------------------------	----

BÖLÜM 5.

TARTIŞMA VE SONUÇ	37
-------------------------	----

KAYNAKLAR	47
-----------------	----

ÖZGEÇMİŞ	54
----------------	----

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

cc	: Santimetreküp
cm	: Santimetre
dL	: Desilitre
g	: Gram
HB	: Hemoglobin
Hct	: Hematokrit
km	: Kilometre
km ³	: Kilometreküp
L	: Litre
m	: Metre
m ³	: Metreküp
MAX	: Maksimum
MCH	: Ortalama Eritrosit Hemoglobin Düzeyi
MCHC	: Ortalama Eritrosit Hemoglobin Konsantrasyonu
MCV	: Ortalama Eritrosit Hacmi
mg	: Miligram
MIN	: Minimum
ml	: Mililitre
mm ³	: Milimetreküp
O ₂	: Oksijen
pg	: Pikogram
ppm	: Milyonda bir birim
RBC	: Eritrosit
WBC	: Lökosit
μ	: Mikron
μL	: Mikrolitre

μg : Mikrogram

$^{\circ}\text{C}$: Santigrat

% : Yüzde



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Sapanca Gölü'nün haritası	6
Şekil 2.2. Sapanca Gölünde çalışılan bir <i>Cyprinus carpio</i>	7
Şekil 2.3. Balıklarda kan hücrelerinin oluşumu	10
Şekil 3.1. Otolit örneklerinin alınması	17
Şekil 3.2. Eritrosit pipeti	18
Şekil 3.3. Thoma lamı ve mikroskop altında görünümü.....	19
Şekil 3.4. Acon mission plus HB hemoglobin ve hematokrit test cihazı.....	19
Şekil 4.1. Sapanca Gölü'ndeki <i>Cyprinus carpio</i> pulunda yaş halkalarının görünümü.....	22
Şekil 4.2. Sapanca Gölü'ndeki <i>Cyprinus carpio</i> otolitinde yaş halkalarının görünümü.....	23
Şekil 4.3. Sapanca Gölü'ndeki <i>Cyprinus carpio</i> 'ların eritrosit hücreleri (x100)....	23
Şekil 4.4. Aylara göre ortalamaları alınmış eritrosit miktarı ($\times 10^6/\text{mm}^3$) dağılımı grafığı	31
Şekil 4.5. Aylara göre ortalamaları alınmış lökosit miktarı ($\times 10^3/\text{mm}^3$) dağılım grafığı	32
Şekil 4.6. Aylara göre ortalamaları alınmış trombosit miktarı ($\times 10^3/\text{mm}^3$) dağılım grafığı	32
Şekil 4.7. Aylara göre ortalamaları alınmış hemoglobin miktarı (g/dL) dağılım grafığı	33
Şekil 4.8. Aylara göre ortalamaları alınmış hematokrit oranı (%) dağılım grafığı .	33
Şekil 4.9. Aylara göre ortalamaları alınmış MCH ($\mu\text{g}/\text{hücre}$) dağılım grafığı.....	34
Şekil 4.10. Aylara göre ortalamaları alınmış MCHC ($\text{g}/100\text{ml}^{-1}$) dağılım grafığı..	34
Şekil 4.11. Aylara göre ortalamaları alınmış MCV (μm^3) dağılım grafığı	35

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 4.1. Ağırlıklara göre kan parametrelerinin min-max değerleri.....	35
Tablo 4.2. Boy uzunluklarına göre kan parametrelerinin min-max değerleri.....	36
Tablo 4.3. Yaş aralıklarına göre kan parametrelerinin min-max değerleri.....	36
Tablo 4.4. Cinsiyete göre kan parametrelerinin min-max değerleri	36



ÖZET

Anahtar kelimeler: Sapanca Gölü, Sazan Balığı, Su Kirliliği, Hematolojik parametreler

Bu çalışmada Sapanca Gölü'nden yakalanan Sazan balıklarının (*Cyprinus carpio*) biyolojileri ve hematolojik parametreleri incelenerek aylık olarak hematolojik analizleri, balıkların uzunluk, ağırlık, yaş ve cinsiyet gibi metrik ve biyolojik özellikleri tespit edilip, çevresel faktörlerden etkilenip etkilenmediği belirlenmeye çalışılmıştır. Buna bağlı olarak Sazan Balığı (*Cyprinus carpio*) örnekleri biyolojileri ve hematolojik parametreler yönünden incelenerek aylık olarak hematolojik analizlerin, balıkların uzunluk, ağırlık, yaş ve cinsiyet gibi metrik ve biyolojik özellikleri tespit edilip, balıkların kan örneklerinden eritrosit, lökosit ve trombosit sayıları, hematokrit, hemoglobin miktarı, ortalama eritrosit hacmi (MCV), ortalama eritrosit hemoglobini (MCH) ve ortalama eritrosit hemoglobini konsantrasyonu (MCHC) değerleri tespit edilerek, elde edilen kan parametrelerinin uzunluk ve ağırlık grupları ile cinsiyete ve yaşa göre dağılımları belirlenmiştir.

Bulunan değerlere göre eritrosit miktarı, hemoglobin miktarı ve hematokrit değeri ocak ve mart aylarında diğer aylara göre daha düşük, ortalama eritrosit hemoglobini (MCH) ve ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerlerinin mayıs ayında daha yüksek, ortalama eritrosit hemoglobini konsantrasyonu (MCHC) değerinin ise mart ayında diğer aylara göre artış miktarının daha az olduğu saptanmıştır. Yakalanan balıkları ağırlıklarına göre minimum ve maksimum değerlerine bakıldığında sadece lökosit miktarının değişmediği gözlenmiştir. Boylarına göre karşılaştırıldığında ise eritrosit miktarı, hemoglobin, hematokrit ve ortalama eritrosit hemoglobini (MCH) değerlerinde artış gözlenmiştir. Yaşlarına göre kıyaslandığında ise eritrosit hematokrit, hemoglobin miktarı, ortalama eritrosit hacmi (MCV), ortalama eritrosit hemoglobini (MCH) ve ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) değerlerinde artış gözlenmiştir.

CARP'S (*Cyprinus carpio*) BIOLOGY AND DETERMINATION OF HEMATOLOGIC PARAMETERS IN THE SAPANCA LAKE

SUMMARY

Keywords: Sapanca lake, carp fish, water pollution, haematological parameters

In this study, the carp fish (*Cyprinus carpio*), caught from Sapanca Lake, examined its biology and hematologic parameters monthly, its metric and biologic properties such as; length, weight, age, and gender determined and within these data tried to determine whether they are affected by the environmental factors. Correspondingly, carp (*Cyprinus carpio*), samples were studied based on their biology and hematologic parameters monthly, their biologic and metric properties such as; length, weight, age and gender determined and their hematologic analyses, from fish blood samples; count of erythrocyte, leukocyte, and thrombocyte, amount of hemoglobin and hematocrit, mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH) and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) values determined and these blood parameters' distribution in between length and weight groups and according to age and gender determined.

According to the found data, amount of hemoglobin and hematocrit values of January and March were found lower, mean corpuscular hemoglobin (MCH) and hematocrit, mean corpuscular volume (MCV) values for May were found higher, on the other hand, mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) for March was found lower compared to the other months. Based on the caught fish' minimum and maximum weight values, it was observed that only amount of leukocyte didn't alter. Based on the length comparison, amount of erythrocyte, hemoglobin, hematocrit and mean corpuscular hemoglobin (MCH) values were observed as increased. Based on the age comparison, amount of erythrocyte, hemoglobin, hematocrit and mean corpuscular hemoglobin (MCH) and corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) observed that they were increased.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Su, ekolojik denge ve yeryüzündeki tüm canlıların yaşamsal işlevleri açısından vazgeçilmez bir gereksinimdir. Dünyadaki toplam su miktarı 1,4 milyar km³'tür. Bu suların %97,5'i okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su olarak, %2,5'i ise nehir ve göllerde tatlı su olarak bulunmaktadır. Bulunan tatlı suların çoğu buzullar ve buz tabakaları içerisinde donmuş haldedir. Kalan donmamış haldeki tatlı sular ise başlıca yer altı suları olarak, küçük bir kısmı yer üstünde ya da hava da bulunur. Bugün, Dünya nüfusunun beşte biri su kaynaklarının yanlış kullanımı, kirlilik, alan kaybı gibi nedenlerden dolayı sağlıklı, temiz ve içilebilir suya sahip değildir. Günümüzde yaklaşık 1,3 milyar kişi su sıkıntısı çekmekte olup, gelecek 25 yılda bu sayının 2 katına çıkacağı tahmin edilmektedir. Nüfusun hızlı artışı, kentleşme, endüstrileşme ve ekosistemlerin tahrip edilmesi nedeniyle su kaynaklarının olumsuz etkilenmesi ve buna bağlı olarak önümüzdeki yıllarda Dünya nüfusunun yarısının sudan yoksun kalacak olması, su problemini gündemin birinci sırasına oluşturmuştur. Bu nedenle, su kaynaklarının mevcut durumunun bilinmesi, potansiyelinin hesaplanması ve yönetimi, gelecek ve yapılacak planlar açısından çok önemlidir (Alıcı, 2012).

Günümüzde su kirliliği, gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkeler için büyük bir sorun haline gelmiştir. İnsan aktivitesine dayalı tarımsal, endüstriyel, madencilik ve evsel atıklardan sucul ortamlara giren kirletici maddeler, ciddi çevre kirliliğine ve sucul organizmaların da bu kirlilikten olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Sucul ekosistemlerde çeşidi ve miktarı artan kirleticiler, duyarlı türlerin yaşam ortamlarını terk etmelerine ya da tamamen ortadan kalkmalarına neden olduğu gibi toleransı yüksek olan türlerde birikime, fizyolojik, biyokimyasal olaylarla davranışlarda değişikliklere ve besin zinciri aracılığı ile üst trofik düzeylerde önemli sağlık sorunlarına neden olabilmektedirler (Romanenko ve Yevtushenko, 1985).

İç sular günlük kullanım, tarım ve enerji sektörünün yanı sıra başta balık olmak üzere su canlılarının rezervuarıdır. Plansız yapılaşmaya bağlı evsel atık sularla modern tarım ve sanayi aktivitelerinden kaynaklanan atık suların bu ortamlara deşarjı, suyun kalitesini değiştirmekte, içerdiği canlıların çeşit ve bolluğunu etkilemektedir (Grobler ve ark., 1989; Heath, 1995).

Akuatik organizmalar, ekonomik önemleri nedeniyle sucul habitatlardaki morfolojik, fizyolojik ve ekolojik farklılıklarından dolayı çevresel kirliliğin değerlendirilmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Williams ve Dusenbery, 1990).

Ekotoksikolojik araştırmalarda akuatik organizmaların kullanılması sucul ekosistemlerin izlenmesinde çok önemlidir. Bir çok çeşitli çalışma bu organizmalar üzerine çevresel kirleticilerin etkilerini araştırmak ve bazı indikatör organizmaları kullanarak su kalitesinin biyolojik değerlendirilmesini yapmak için yürütülmüştür (Sheedy ve ark., 1991).

Birçok organizma grubu, çevresel ekolojik değişikliklerin biyoindikatörleri olarak kullanılmasına rağmen çoğu araştırmalar, özellikle de toksik su kirliliği olayında akuatik ortam değişikliğinin ve ekosistem sağlığının indikatörü olarak balıkların kullanılmasının daha uygun olduğunu belirtmektedir (Moiseenko ve ark., 2008).

Balıklar akuatik ortamın her yerinde bulunan canlı türü olup düşük düzeylerden daha yüksek trofik düzeylere doğru enerji taşıma fonksiyonundan dolayı akuatik besin zincirinde önemli bir ekolojik rol oynamaktadır (Beyer, 1996; Van der Oost ve ark., 2003).

Balıklar genel olarak sucul ekosistemlerdeki kirliliğin izlenmesi için en uygun organizmalar olarak görülmektedir (Van der Oost ve ark. 2003) ve bu sebeple de çevresel kirliliğin biyoindikatörleri olarak atfedilmektedirler (Dautremepuits ve ark., 2004).

Akuatik ekosistemler, endüstriyel ve kentsel atık su deşarjlarının en önemli son alıcı ortamları olduğundan ekotoksikolojideki temel amaçlardan biri sucul organizmalar ve insan popülasyonları için olası riskleri değerlendirmektir (Oliveira Ribeiro ve ark., 2006).

Balıklar genel olarak sucul ekosistemlerdeki kirliliğin izlenmesi için en uygun organizmalar olarak görülmektedir (Van der Oost ve ark. 2003) ve bu sebeple de çevresel kirliliğin biyoindeksörleri olarak atfedilmektedirler (Dautremepuits ve ark., 2004).

Akuatik ortamlardaki kirlenmeler, balıkların dokularında birikme potansiyeline sahip olduğundan besin zinciri yoluyla bunlarla beslenen canlılara özellikle de insanlara geçebilmektedirler. Bu nedenle balıkların biyokimyasal kalitesini belirlemek balıkları tüketen insanların sağlığını değerlendirmek açısından da önem arz etmektedir.

Kirli bölgelerden örneklenen balıklardaki kirlenmelerin neden olduğu olumsuz etkileri çalışmak ekosistemler üzerine antropojenik etkileri araştırmak için kullanılır ve atık su deşarjlarıyla oluşabilecek potansiyel olası riskleri değerlendirmeye yardımcı olur. Birçok ekolojik değişiklikler tarımsal, endüstriyel ve şehirsal atıkları içeren ve insan kaynaklı olan aktivitelerin bir sonucu olarak suda oluşmaktadır (Pohl ve ark., 2009; Stafilov ve Karadjova, 2009).

Ekosistemler üzerinde kirlenmelerin etkileri kirlilik tip ve derecelerine özel olarak yanıt veren balıklardaki biyokimyasal parametrelerin ölçülmesiyle değerlendirilebilir (Petrivalsky ve ark., 1997).

Suları kirleten kirlenmeler, çeşitli şekillerde sınıflandırılmışlardır. Dünya Sağlık Teşkilatı kirlenmeleri aşağıdaki şekilde sınıflandırmıştır (Göksu, 2003).

1. Bakteri, virüs vb. hastalık yapan canlılar
2. Organik maddeler
3. Endüstri atıkları

4. Yapay organik kimyasal maddeler
5. Atık ısı
6. Pestisitler
7. Yağlar vb. maddeler
8. Radyoaktif maddeler
9. Gübreler
10. Sentetik deterjanlar
11. Anorganik tuzlar

Marmara bölgesindeki en büyük göllerden biri olan Sapanca Gölü, bölgenin önemli bir içme ve kullanma suyu kaynağıdır. Dünyada su ve su kaynaklarının giderek artan stratejik değeri bu su kaynağını daha da önemli hale getirmektedir. Ancak kaynak kullanımında dikkat ve özen gösterilmemesi olumsuz sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Ülkemizde ki bir çok su kaynağında olduğu gibi çeşitli nedenlerle Sapanca Gölüde bazı ekolojik risk ve tehditlerle karşı karşıyadır (Bozatl, 1997; Çakır, 2010).

Sapanca gölü havzasında bulunan nüfusun artmasından dolayı evsel atıklar, çeşitli ölçekte sanayi kuruluşları ve turizm işletmeleri atıkları, kuzeyinde E-5 karayolu, güneyinde TEM Anadolu Otoyolunun çok yakından geçmesi, gıda maddelerinin üretim, tüketim ve depolanmaları sırasında besin değerini bozan ve tahrip eden zararlı hastalık etmenleri olan yabancı ot ve mikroorganizmaları yok etmek için kullanılan kimyasal maddeler genelde “pestisit” dediğimiz tarım ilaçlarının kullanılması, gölü besleyen dereler vasıtasıyla göle uzak yerleşim yerlerinden gelen kirlilikler, akaryakıt ile çalışan kayak, motor ve benzeri araçların genellikle avlama amacıyla gölde seyretmeleri kirliliğe katkıda bulunmaktadır (Çakır, 2010).

Bu çalışmada, su kirliliğinden doğrudan etkilenen Sazan balığından (*Cyprinus carpio*) alınan kan örneklerinde eritrosit, lökosit ve trombosit sayıları, hematokrit ve hemoglobin miktarı, ortalama eritrosit hacmi (MCV), ortalama eritrosit hemoglobini (MCH) ve ortalama eritrosit hemoglobini konsantrasyonu (MCHC) değerleri tespit edilerek, elde edilen kan parametrelerinin uzunluk, ağırlık, yaş ve cinsiyet gibi metrik ve biyolojik özelliklerin dağılımlarına göre belirlenmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Sapanca Gölü

Sapanca Gölü, İzmit körfezi ile Sakarya Nehri arasında Marmara Bölgesinin kuzeydoğusunda yer almaktadır (Şekil 2.1.). Muhtemelen Neojen veya Kuaterner başlarında oluşan bir tektonik depresyon içinde bulunmaktadır. Yüzölçümü, havzasına giren suyun miktarına bağlı olarak 46 km² ile 60 km² arasında değişir. Sapanca gölünün su toplama alanı 311 km² kadardır. Uzunluğu 16 km, en geniş yeri 6 km olan gölün kuzeyi ve güneyi dağlarla çevrili olmakla birlikte doğusunda Sakarya ovası ile sınırlı olup batısında 18 km kadar uzanan düz bir kara şeridi ile İzmit körfezinden ayrılır. Bu özellikler göl zemininde de kendini gösterir, kuzey ve güney zemini aniden derinleşirken, doğu ve batısı oldukça geniş bir alanda sığ olarak uzanır. DSİ'ye göre yıllık su verimi 186x10⁶m³, yıllık buharlaşma miktarı 11x10⁶m³ tutarındadır. Bu değerlere göre gölün su yenilenmesi yedi yılda bir olmaktadır (Lahn, 1948). Gölün ortalama derinliği 28,5 metredir (Worthmann ve ark., 1985). Yaz aylarında 9-15 metrelik derinliklerde belirgin bir termoklin oluşturmaktadır. Bu sırada yüzey sıcaklığı 22°C-25°C ye ulaşırken, hipolimnetik sıcaklık 7°C-10°C'dir (Soylu, 1986).



Şekil 2.1. Sapanca Gölü'nün haritası (Google Earth)

2.2. Sazan Balığı

Sube: Chordata

Altsube: Gnathostomata

Sınıf: Pisces

Altsınıf: Teleostei

Takım: Cypriniformes

Familya: Cyprinidae

Cins: *Cyprinus*

Tür: *Cyprinus carpio*



Şekil 2.2. Sapanca Gölünde çalışılan bir *Cyprinus carpio*

Sapanca Gölü'nde bulunan balık türleri arasındaki sazan balığı *Cyprinus carpio* (L.,1758), iç su balıkları yetiştiriciliğinde alabalıktan sonra dünyada ikinci derecede önemli balık türlerini kapsayan ve Cypriniformes takımına ait olan Sazangiller (Cyprinidae) familyasına aittir. Adını en tanınmış üyesi olan sazan balığından alan sazangiller familyası yaklaşık 2000 balık türü ile en büyük balık familyasından biridir. Bu familyaya ait balıklar Kuzey Amerika, Avrupa, Afrika ve Asya'da bulunurlar (Anonim, 2014).

Sazan balığının *Cyprinus carpio* (L.,1758), vücudu yanlardan basık olup, kalın ve iri pullarla örtülüdür ve pullarının üzerinde çok fazla mukus maddesi bulunmaktadır. Sırt yüzgeci tek ve uzundur. Baş vücuda oranla küçük, sırtı biraz kamburcadır. Ağız ortada olup, keratinimsi bir örtüyle kaplı, kalın dudaklara sahiptir. Ağızın her iki yanında bir çift önde, diğer çifti arkada olmak üzere 2 çift kısa, ince bıyığı vardır. Bıyıkları dokunma organı olarak görev yapmaktadır. Ağızda, çeneleri üzerinde diş yoktur. Vücut rengi, sırt koyu siyahımsı, yanlar kahverengi yeşil, anüs ve kuyruk yüzgeçleri kısmına doğru gidildikçe koyu sarımsı bir renk almaktadır. Arka karın ve kuyruk yüzgeçleri, özellikle üremeye yakın zamanlarda, portakal sarısı renge bürünürler. Kış koşullarında özellikle su sıcaklığının 10°C derecenin altına indiği durumlarda gelişmesi hemen hemen durmaktadır. Gelişme hızı bulunduğu ortam

koşullarına göre değişir. Boyları 1 m. ağırlıkları 30 kg kadar olabilmektedir (Geldiay ve Balık, 1996).

Cinsi olgunluk yaşı 1-4 yaşlar arasında değişir. Erkekler dişilere göre 1 yıl daha erken cinsi olgunluğa ulaşabilir. Üreme ilkbahar mevsiminde, su sıcaklığı 18-20°C arasındayken olmaktadır. Üreme alanları bulunduğu gölün veya akarsuyun az akıntılı, durgun ve su bitkilerinin bulunduğu sığ bölgelerdir. Erkek ve dişi ayrımı olgun olmayan bireylerde saptamak güçtür. Üreme zamanına yakın erkek bireylerin üst kafa bölgesinde küçük, yuvarlak çıkıntılar oluşur. Ayrıca dişilerin karınları oldukça şişkin ve gergindir. Bu özellikleriyle üremeye yakın zamanlarda erkek ve dişi bireyleri ayırt etme olanağı vardır (Geldiay ve Balık, 1996).

Sazan hem bitkisel, hem de hayvansal kökenli besinlerle beslenen bir dip balığıdır. En iyi beslendiği dönem su sıcaklığının 22-28 °C arasında olduğu yaz mevsimidir. 39 °C su sıcaklığına dayanabildiği saptanmıştır. Ancak beslenmesi 10 °C'nin altında ve 35 °C' nin üstünde yok denecek kadar azdır (Geldiay ve Balık, 1996).

Suyun oksijen düzeyi konusunda fazla duyarlı değildir. Sazan için en uygun oksijen düzeyi, 6-8 mg/l'dir. Oksijen düzeyi 3 ppm'nin altına indiğinde iştahı oldukça düşer. En uygun pH değeri 6-9 arasındadır. pH değeri 10,5'u aştığında ve 3,5'un altına indiğinde yaşamını sürdürmekte güçlük çeker (Geldiay ve Balık, 1996).

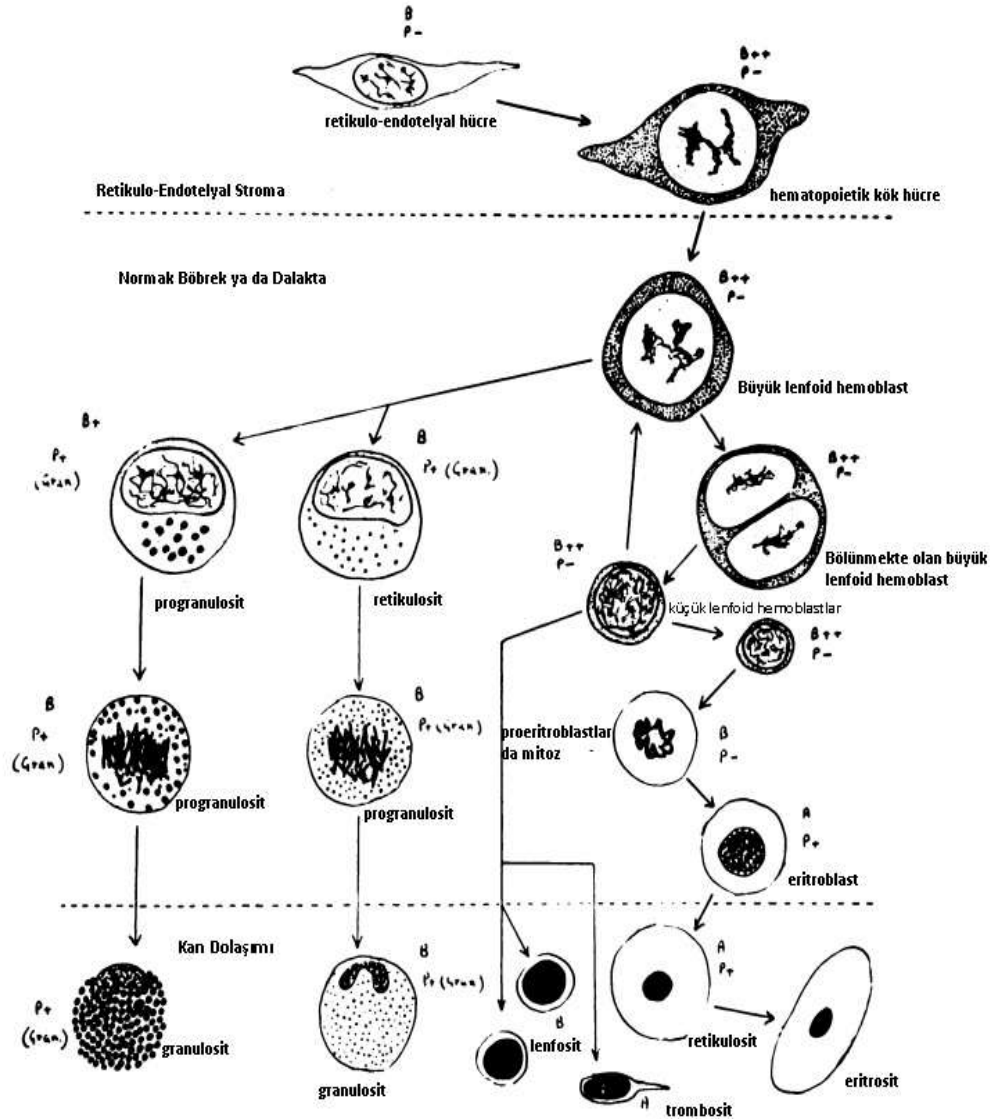
Sazan balığında kan, kan hücreleriyle plazmadan oluşur. Kapalı bir dolaşım sistemi vardır. Kalpten çıkan kan, arter (atardamar)'lerle solungaçlara gider, orada gaz değişimi olduktan sonra, gene arterlerle diğer dokulara dağılır ve kapiler (kılcaldamar)'lerden geçip, vena (toplardamar)'lar yoluyla kalbe döner. Kalpten pompalandığı için dokulara vasinçla giden kan sıvısı tümü, dolaşım sistemine osmosla geri çekilemez. Dokulardaki bu sıvının kaldırılması, venalarla bağlantılı olan lenf sistemiyle sağlanır (Demir, 2009).

2.3. Balıklarda Kan Hücrelerinin Oluşumu

Sıcakkanlı omurgalılarda kan hücrelerinin oluşumu, yalnızca kemik iliklerinde, dalakta ve lenf nodüllerinde olur. Oysa balıklarda kan hücrelerinin yapımında pek çok organ rol oynar (Demir, 1996).

Çeneli balıklarda farklılaşmamış ve mide yakınında yer alan bir dalak vardır. Bu, dışta kırmızı renkli korteks kısmıyla, içte beyaz renkli medulla kısmından oluşmuştur. Genellikle eritrositler ve trombositler dalağın kortikal kısmında, lenfositler ve kimi granüositler medulla kısmında oluşturulur. Fakat balıkların çoğunda eritrositler, en fazla böbreklerde özellikle baş böbreklerde oluşturulur. Lökositlerse, *Teleostei*'nin çoğunda böbreklerde oluşturulur (Demir, 1996).

Farklılaşmamış mezenkimal kök hücreler hematopoietik organlardaki retikulo-endotelyal dokudan köken alırlar. Kan oluşumundaki ilk basamak bu hücrelerin yenilenmesi ve morfolojik değişime uğraması ile başlar. Mezenkimal kök hücreler lenfoid karatere sahip 7-15µm çapında, büyük nükleuslu, bazofilik sitoplazmalı hücreler dönüşürler. Retiküler stroma daha büyük hücrelere farklılaşır. Boyutça küçük hücreler büyüyebilir, boyutça küçük hücreler küçülemez. Büyük hücreler bol miktarda mitoz bölünme geçirir. Hacimce büyük hücreler granüositlere dönüşür, küçük hücreler ise eritrosit, trombosit ve lenfositlere farklılaşır. Eritrositler, küçük lenfoid hemoblastlardan köken alır. Bu hücrelerin nükleus ve sitoplazmasında değişiklikler olur. Nükleer kromatin, gelişim aşamalarında daha kondense hale gelir. Sitoplazmanın nükleusa oranı ve hücre hacmi gittikçe büyür. Eritrositlerin oluşum aşamaları şekil 2.3.'de gösterilmiştir (Catton, 1951).



Şekil 2.3. Balıklarda kan hücrelerinin oluşumu (Catton, 1951).

2.4. Hematolojik Parametreler

Balıkların hematolojik parametrelerindeki değişiklikler, yaşadığı çevrenin koşullarının değişimine karşı verdiği fizyolojik tepkiler hakkında önemli bilgi vermektedir (Van Vuren ve ark., 1994).

Kanın hematolojik parametrelerini çalışmak hayvanların fizyolojik ve fizyopatolojik değerlendirilmesinde önemlidir. Çalışılan bu parametrelerdeki olası değişiklikler

kirleticiler ya da diğer çevresel faktörler tarafından tetiklenebilmektedir (Juneja ve Mahajan, 1983; Ranzani-Paiva ve ark., 1997).

Kan parametreleri bütün vücudun patolojik göstergesi olarak kabul edilir. Bu nedenle toksik maddelere maruz kalan balıkların yapısal ve fonksiyonel durumlarının teşhisi için önemlidir. Balık kanı, solungaçlar aracılığıyla su ortamıyla doğrudan ilişki içinde olduğundan sudaki herhangi bir olumsuz değişiklikten direkt etkilenmektedir. Bu nedenle de fizyolojik ve patolojik değişikliklerin olası göstergesi olarak toksikolojik araştırmalarda ve çevre izleme çalışmalarında giderek daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Adhikari ve ark., 2004).

Kan serumdaki biyokimyasal parametreler, özellikle de hayvanların genel sağlık durumunun yanı sıra hedef organ toksisitesinin belirlenmesinde ve stres altındaki organizmalarda potansiyel hasar değişikliklerinin erken uyarıcıları olarak kullanılmaktadır (Folmar, 1993; Jacobson-Kram ve Keller, 2001).

Kan dokusundaki belirgin biyokimyasal yanıtlar, kirleticilere maruz kalan akuatik organizmalardaki organ ve dokuların hasar görmesinden sonra ortaya çıkmaktadır (Öner ve ark., 2008; Fırat ve ark., 2011).

Balıkların hematolojik parametrelerindeki değişimin incelenmesi, yaşadığı akuatik ortamdaki koşulların değişimine karşı verdiği fizyolojik tepkiler hakkında önemli bir bilgi vermektedir. Ayrıca bu parametrelerin pragnoz (hastalık işareti) ve diyagnoz (hastalık teşhisi)'daki klinik değerleri iyi bilinmektedir (Van Vuren ve ark., 1994).

Hemoglobin (Hb), hematokrit (Hct) ve eritrosit anemi olup olmadığını test etmek için, total lökosit sayısı ise enfeksiyonun veya hastalığın tipi ve teşhisi için kullanılan hematolojik parametrelerdir (Blaxhall ve Daisley, 1973).

Hematolojik parametreler, solunum (hemoglobin ve ilgili parametreler), metabolik hız ve immün sistemle (lökosit) yakından ilişkili olduğu için, araştırmalar bu parametreler üzerine yoğunlaşmıştır. Kan parametrelerindeki değişim, çevresel ya da

fizyolojik değişimleri çok hızlı bir şekilde yansıtmaktadır. Kan parametreleri kolay bir şekilde ölçülebildiği ve kan çok hassas bir doku olduğu için hem organizmanın fizyolojik durumu hakkında fikir vermekte, hem de akuatik ekosistemlerdeki ağır metal kirliliğinin seviyesini belirlemek için bir indikatör olarak kullanılmaktadır (Tort ve Torres, 1988; Shah ve ark., 1995).

2.4.1. Eritrosit

Eritrositler çekirdekli ve kırmızı renklidir. Eritrositlerin kırmızı rengi, renksiz bir protein olan globin ve demir içeren sarı-kırmızı renkli bir pigment olan heme'den oluşan hemoglobinden ileri gelmektedir (Demir, 1996). Balık türlerine göre miktarı çok değişken olan çekirdeksiz kırmızı kan hücreleri ise az sayıda olup, olgunlaşmamış ve yuvarlağımsı yapıdadır. Büyüklükleri türlere göre değişmek üzere 7-36 μ arasındadır (Çelikkale, 1991). Genellikle eritrositlerin büyüklüğü ile sayısı arasında ters bir ilişki vardır. Bundan dolayı balık eritrositlerinin sayılması memelilerinkine göre daha kolaydır (Heath, 1987).

2.4.2. Lökosit ve trombosit

Lökositler (beyaz kan hücreleri) oval benzeri elips şeklindeki kan hücreleridir (Heath, 1987). Balıklarda lökositlerin yaklaşık yarısını oluşturan trombositler az çok iç biçiminde hücreler olup kanın pıhtılaşmasında görev alırlar (Demir, 1996).

2.4.3. Hemoglobin

Hemoglobin, oksijeni dokulara taşıma görevini yüklenmiş olan bir solunum pigmentidir (Berkarda ve Eyüpoğlu, 1983). Kanın oksijen taşıma kapasitesi, hemoglobinin miktarına, o da eritrositlerin sayısına göre değişir. Çünkü kanın oksijen bağlama gücünü artıran başlıca faktör hemoglobindir. Balıkların çoğunda kandaki oksijenin % 90'ından fazlası hemoglobin tarafından bağlanarak, geri kalan az bir kısmı plazmada erimiş halde taşınır (Demir, 1996).

2.4.4. Hematokrit

Hematokrit kırmızı kan hücrelerinin (eritrosit) yüzde olarak değeridir. Anemiye kontrol için kullanılan bir kriterdir (Murray ve ark., 1993). Zayıf beslenme ve anemi durumlarında Hct oranında azalma, dehidrasyon durumunda ise artma meydana gelmektedir (Mayer, 1998).

2.4.5. Ortalama eritrosit hacmi (MCV)

Ortalama eritrosit hacmi (MCV) kalp hareketleri ve kan akışının önemli belirteçlerinden biridir ve osmoregülasyonu belirlemede kullanılır (Heath, 1987). Farklı tipteki anemi durumlarında ise MCV miktarında artma veya azalma görülebilir (Mayer, 1998).

2.4.6. Ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC)

Ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) değerlerinde, farklı tip anemide durumlarında artma ve azalma görülebilir (Mayer, 1998).

2.4.7. Ortalama eritrosit hemoglobin düzeyi (MCH)

Ortalama eritrosit hemoglobin düzeyi (MCH) eritrositlerdeki hemoglobin miktarını gösterir. Solunum fonksiyonunun önemli bir belirteci olarak kullanılmaktadır (Mayer, 1998).

2.5. Balıklarda Yaş Tayini

Balıklarda yaş tayini, balıkçılık biyolojisi alanında önemli bir adım olup 300 yıl öncesine dayanmaktadır. Kemiksi yapılar üzerindeki yıllık büyüme çizgileri, balık biyologlarının yaş tespit edebilmelerine imkan vermiştir. Yaş verileri, boy ve ağırlık ölçüleriyle ilgili yaş değerleri, stok kompozisyonu, ilk cinsi olgunluk yaşı, üreme ömrü, büyüme, ölüm ve ürün miktarı hakkında bilgiler vermektedir. Genel bir

kullanımında bir balığın yaşı, sert kısımlarındaki yıllık işaretlere (halkalar) bakılarak tanımlanabilir. Balıkta bulunan bu sert yapıların üzerinde yer alan depolanma çizgileri ılıman su bölgelerinde bulunan balıklarda daha belirgin olup, direk olarak mevsimsel değişimleri yansıtmaktadırlar. Genel olarak gelişme sıcak yaz aylarında hızlı, soğuk kış aylarında ise yavaştır. Bu halkalar her mevsim boyunca depolanan materyalin miktarına bağlı olarak farklılık göstermekte olup, yazın oluşanlar (hyalin zon) ise daha dardır. Bu tip gelişme çizgilerinin dizilimiyle birbirini takip eden açık ve koyu renkli halkalar meydana gelmektedir. Bu iki tip halkaların birleşmesiyle yıllık halkalar oluşur. Yapılan bir çalışmada, kolaylık olması açısından, hemen hemen tüm kuzey yarım kürede yaşayan balık türleri için uluslararası düzeyde kabul görmüş olan 1 Ocak tarihi doğum günü olarak kabul edilmiştir. Buna bağlı olarak yapılan yaş tayininde 1 Ocak tarihi nispet olarak balığın öldürüldüğü güne yaş sınıfı tayin edilmiştir (Türkmen ve ark., 2005).

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma için 9 ay boyunca düzenli olarak (ayın ilk 10 günü içerisinde) Sapanca Gölü'nden yakalanan Sazan balığı (*Cyprinus carpio*) örneklem yapılan noktadan alınan göl suyu içerisinde canlı olarak Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Histoloji ve Embriyoloji Araştırma Laboratuvarına getirilerek incelenmiştir. Yaş tayini ise Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Laboratuvarı ve Genel Biyoloji Araştırma Laboratuvarında incelenmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Kullanılan araç-gereçler

Çalışmada kullanılan başlıca ekipmanlar, İnterlab RadWag WTB 2000 hassas terazi, hassasiyetli metre, EDTA'lı tüp, eritrosit pipeti, Thoma lamı, Acon Mission Plus HB hemoglobin ve hematokrit test cihazı, Leica EZ4 HD mikroskobu, Olympus BX-41 ışık mikroskobu, Olympus BX-51 ışık mikroskobudur.

3.2.2. Kullanılan kimyasal çözeltiler

Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler metanol, %5'lik Giemsa ve Natt-Herrick solüsyonudur. Natt-Herrick solüsyonu laboratuvar ortamında tarafımızdan aşağıdaki şekilde hazırlanır.

3,88 g Sodyum klorür
2,50 g Sodyum sülfat
2,91 g Disodyum fosfat 12 H₂O
2,25 g Monopotasylum fosfat
7,50 cc (%37) Formalin
0,10 g Metil kırmızısı
1000 cc Distile su

Solüsyon hazırlandıktan 24 saat sonra süzölmüştür ve kahverengi bir şişe içerisinde muhafaza edilmiştir (Konuk, 1981; Stollen ve ark. 1994; Azizoğlu ve Cengizler, 1996).

3.3. Analizler

3.3.1. Morfolojik parametrelerin hesaplanması

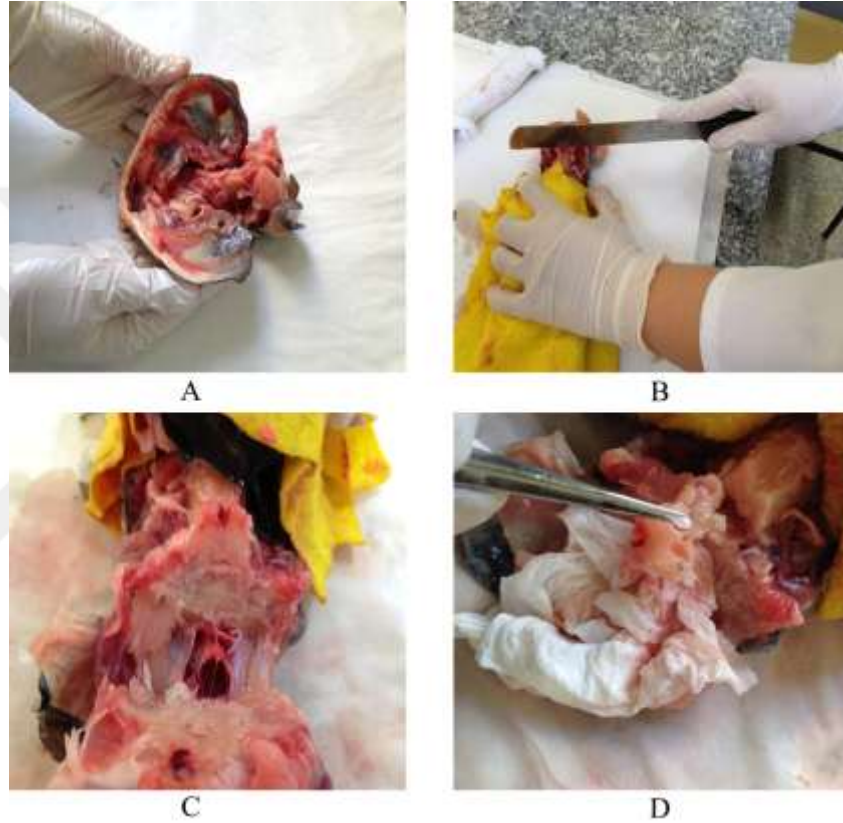
Sapanca Gölü'nden yakalanarak laboratuvara canlı getirilen sazan balıkları; ağırlık ölçümlerinde 0,1 g hassasiyetli terazi, boy ölçümlerinde ise 1 mm hassasiyetli ölçüm metresi kullanılarak total ağırlık, total ve çatal boy ölçümleri yapılmıştır. Balıkların anüslerinden itibaren baş bölgesine kadar keskin bir makasla açılıp eşey tayinleri yapılmıştır. Yaşları çıkartılan otolitlerden ve pullarından hesaplanmıştır. Alınan ölçüm değerleri önceden hazırlanan balık ölçüm formlarına her balık için bir numara verilerek kayıt altına alınmıştır.

3.3.1.1. Pul tayini ve hesaplanması

Ölçümleri tamamlanan balıklar sağ yanları üzerine yatırılarak sol yanal çizginin üst bölgesi ile dorsal yüzgeç altında kalan alandan baş bölgesine yakın pul örnekleri alınıp, üzerinde balık bilgilerinin bulunduğu zarflara konularak muhafaza altına alınmıştır. Mikroskop altında yaş halkaları sayılarak yaşı hesaplanmıştır.

3.3.1.2. Otolit tayini ve hesaplanması

Ölçümleri tamamlanan balıkların baş kısımları vücuttan ayrılmış, baş kısımları omuriliğin ilk başlangıcından kesilerek bir pens yardımı ile otolitler otik kapsüller içerisinden çıkarılmıştır (Şekil 3.1.). Mikroskop altında yaş halkaları sayılarak yaşı hesaplanmıştır.



Şekil 3.1. Otolit örneklerinin alınması (A: Kafa ve gövdenin birbirinden ayrılması B: Omur iliğinin başlangıç noktasından kesilmesi C: Otik kapsüller içerisindeki otolitlerin çıkarılmaya hazır hale getirilmesi D: Otik kapsüllerden otolitlerin çıkarılması)

3.3.2. Hematolojik parametrelerin hesaplanması

3.3.2.1. Eritrosit, lökosit ve trombosit miktarının belirlenmesi

Eritrosit, lökosit ve trombosit hücrelerinin sayımı amacıyla, kanın pıhtılaşmasına fırsat vermeden EDTA'lı tüpteki kan eritrosit pipetlerine çekilmiştir. Pipetin 0,5 çizgisine kadar kan çekilir, üzerine sulandırma amacı ile 101 çizgisine kadar Natt-

Herrick solüsyonundan çekilmiştir. Daha sonra pipet içinde homojenize edilen kanın birkaç damlası akıtılıp, kalan kısımdan alınan bir damla kan örneği, hücre sayımı için Thoma lamına alınarak ışık mikroskobunda x40 büyütmede incelenmiştir.

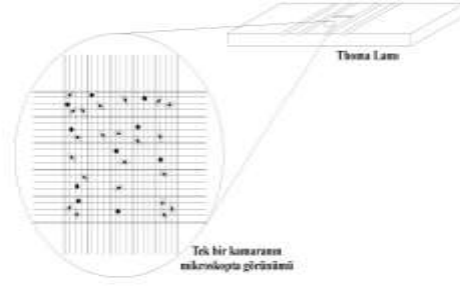


Şekil 3.2. Eritrosit pipeti

Eritrosit miktarının sayımı sırasında bir görüş alanındaki karelerden sol ve sağ üst köşe, sol ve sağ alt köşeler ile ortadan 16'lık küçük bir kare olmak üzere 5 alan sayılıp 1 mm^3 kandaki eritrosit sayısı belirlenmiştir. Buna göre toplam 80 küçük karede sayılan hücre miktarı aşağıda belirtildiği gibi formülüne (Denklem 3.1) edilmiştir (Konuk, 1981; Tanyer, 1985; Azizoğlu ve Cengizler, 1996).

$$\frac{\text{Bulunan Hücre Sayısı} \times \text{Sulandırma oranı} (200) \times 4000}{\text{Sayılan Küçük Kare Adedi}} \quad (3.1)$$

Lökosit ve trombosit sayısının belirlenmesinde ise, Thoma lamındaki 16 büyük kare üzerine düşen (toplam 256 küçük kare) lökositlerin tamamı sayılmıştır. Elde edilen toplam lökosit sayısı, daha önceden eritrosit hücre miktarında belirtilen formüle yerleştirilerek 1 mm^3 kandaki lökosit ve trombosit miktarı saplanmıştır (Konuk, 1981; Kocabatmaz ve Ekingen, 1982; Stollen ve ark. 1994; Azizoğlu ve Cengizler, 1996).



Şekil 3.3. Thoma lamı ve mikroskop altında görünümü (Çiltaş, 1998)

3.3.2.2. Hemoglobin miktarının ve hematokrit düzeyinin belirlenmesi

Hemoglobin miktarının ve hematokrit düzeyinin tayini için, Acon Mission Plus HB hemoglobin ve hematokrit test cihazı kullanılmıştır. Laboratuvara canlı gelen sazan balığının kuyruk vena bölgesine 2ml'lik enjektörle girilerek kan örneği alınmıştır ve bu örnekten 10 µL kan zaman kaybetmeden stribe damlatılarak ölçümler yapılmıştır.



Şekil 3.4. Acon mission plus HB hemoglobin ve hematokrit test cihazı

3.3.2.3. Ortalama eritrosit hemoglobin düzeyi (MCH)

Çalışmada kullanılan tüm balıklarının hemoglobin düzeyi belirlendikten sonra Ortalama Hemoglobin Düzeyi (MCH) aşağıdaki formüle (Denklem 3.2) göre hesaplanmıştır.

$$\text{MCH} = [\text{Hemoglobin (gr/100 cc)} \times 10] / [\text{Alyuvar sayısı (10}^6/\text{mm}^3)] \quad (3.2)$$

3.3.2.4. Ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC)

Eritrositlerinin 100 ml'si içindeki hemoglobin miktarını gösteren Ortalama Hemoglobin Konsantrasyonu (MCHC) aşağıdaki formüle (Denklem 3.3) göre hesaplanmıştır.

$$\text{MCHC} = [\text{Hemoglobin (gr/100 cc)} \times 10] / [\text{Alyuvar hacmi (Hematokrit değeri, \%cc)}] \quad (3.3)$$

3.3.2.5. Ortalama eritrosit hacmi (MCV)

Çalışmada kullanılan tüm balıklarının hematokrit değerleri belirlendikten sonra ortalama Eritrosit Hacmi (MCV) aşağıdaki formüle (Denklem 3.4) göre hesaplanmıştır.

$$\text{MCV} = [(\text{Hematokrit değeri (\%)} \times 10)] / [\text{Alyuvar sayısı (10}^6/\text{mm}^3)] \quad (3.4)$$

3.3.2.6. Kan preparatı hazırlanması

Balıklardan alınan kan örneklerinden yayma preparatlar hazırlanır ve havada kurumaya bırakılır. Daha sonra metanol ile fikse edilir. %5'lik Giemsa ile boyanır. Bir gün kurumaya bırakılan preparatlar entellan ile devamlı hale getirilir. Işık mikroskobu altında incelenir.

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Balıklarda hematolojisi balık sağlığı ile ilgili yapılan çalışmaların artışına bağlı olarak gün geçtikçe daha da önem kazanmıştır.

Balıklarda, hastalıkların ve çevresel faktörlerin yaratacağı durumun belirlenmesinde normal hematolojik değerlere yer verilmesi kaçınılmazdır. Hematoloji balık bilimi (İhtiyoloji-Ichthyologie) ile ilgili olarak balıkların ekolojik, fizyolojik durumlarının belirlenmesinin yanı sıra su ortamlarında hızla artan pestisit kaynaklı kirlenmenin balıklar üzerindeki stres düzeyini belirlemede de yararlanan bir bilim dalıdır. Hematolojinin değişen çevresel koşullarda ve normal koşullarda değerlerinin belirlenmesi, popülasyonlar arasındaki tanıda ve su ortamındaki kirleticiler ile ilgili bilgilerin saptanmasında yardımcı olur. Hematoloji balık hastalıklarının tanısının yanı sıra, beslenme ve çevresel etmenlerin etkilerini de belirleyen bir bilim dalıdır (Azizoğlu ve Cengizler, 1996).

Balık hematolojik değerleri su sıcaklığı, ışıktaki iklimsel değerikliklerle ilişkili olan mevsimsel varyasyonların etkisiyle değeriklik göstermektedir. Ayrıca yaş, ağırlık, yumurtlama dönemi, cinsiyet gibi biyolojik faktörler de kan parametrelerini etkilemektedir (Van Vuren ve Hattingh, 1978; Lie ve ark., 1989).

Balıklarda kan parametrelerini etkileyen biyolojik özelliklerden biri olan yaşı belirlemek için alınan örneklerde 2 değer esas alınmıştır. Bunlardan biri pul diğerisi ise otolit yaşıdır.

Alınan örneklerden yaş tayini yapmak için her bir balığa ait pullar, petri kapları içerisinde konularak üzerlerine ılık su eklenmiş, iki pens yardımı ile pullar birbirinden ayrıştırılmış ve 10-12 saat süre ile su içerisinde bekletilmiştir. Bekleme

süresinin sonunda pulların üzerindeki mukus ve pigment tabakası bir fırça yardımı ile temizlenmiştir. Bütün bu işlemlerden sonra pens yardımı ile alınan pullar ışığa tutularak yapısal bütünlüğünü koruyan, merkez yapısı bozulmamış örnekler silinerek binoküler Leica EZ4 HD mikroskobu ve Olympus BX-51 ışık mikroskobuyla bütün örneklere aynı mikroskoplarda aynı büyütme oranları uygulanarak gözlenmiştir. Görüntüleme sistemiyle fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 4.1.).



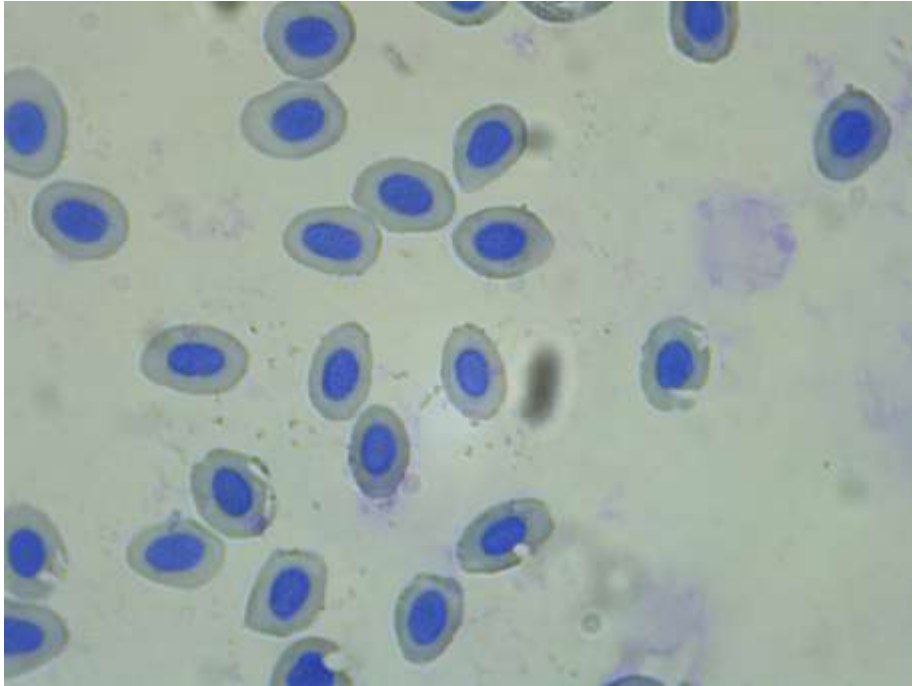
Şekil 4.1. Sapanca Gölü'ndeki *Cyprinus carpio* pulunda yaş halkalarının görünümü

Alınan örneklerden yaş tayini yapmak için her bir balığa ait otolitlerin üzerindeki kalıntılar temizlenip, kurutulduktan sonra balık bilgileri ile birlikte zarflara konulmuştur. Otolitler Leica EZ4 HD mikroskobu altında aynı büyütme oranı uygulanarak incelemeye alınmıştır. Görüntüleme sistemi ile her bir örneğin fotoğrafı çekilmiştir. Yaş okumaları tek bir okuyucu tarafından farklı zaman dilimlerinde her örnekten 3 tekrarlı yaş okumaları yapılmıştır. Yaş belirlenmesinde yönlendirmelere sebep olmaması için örneklerin boy ve ağırlık gibi bilgileri gizlenmiş ve sadece sıra numaralarına göre okuma yapılmıştır. Yaş belirlemede tamamlanan en son annulus dikkate alınmıştır. Son yaş halkasının belirlenmesinde kuzey yarım kürede yaşayan balıklar için doğum günü kabul edilen 1 Ocak tarihi esas alınmıştır (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Sapanca Gölü'ndeki *Cyprinus carpio* otolitinde yaş halkalarının görünümü

Balıklardan alınan kan örnekleriyle kan yayma preparatı hazırlanarak eritrositlerin şekilleri kontrol edilmiş ve gözlenmiştir (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Sapanca Gölü'ndeki *Cyprinus carpio*'ların eritrosit hücreleri (x100)

2015 yılı Ocak ayında 3 adet *Cyprinus carpio* canlı yakalanmış olup onların değerleri aşağıda belirtildiği gibidir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen ilk *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 367 gram, total boyu 30 cm, çatal boyu 26 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 1+ 2 ay, pul yaşı ise belirlenememiştir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,760 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $62,5 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $40,6 \times 10^3 / \text{mm}^3$, 7,2 g/dL, %21, 94,736 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,428 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $276,315 \mu\text{m}^3$ dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen ikinci *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 221 gram, total boyu 25 cm, çatal boyu 23 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı ve pul yaşı ise belirlenememiştir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,890 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $78,1 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $56,2 \times 10^3 / \text{mm}^3$, 10,5 g/dL, %31, 117,977 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,387 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $348,314 \mu\text{m}^3$ dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen üçüncü *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 200 gram, total boyu 24 cm, çatal boyu 22 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı ve pul yaşı ise belirlenememiştir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,680 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $56,2 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $40,6 \times 10^3 / \text{mm}^3$, 6,2 g/dL, %18, 91,176 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,445 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $264,705 \mu\text{m}^3$ dir.

2015 yılı Şubat ayında balık yakalanamamıştır.

2015 yılı Mart ayında 6 adet *Cyprinus carpio* canlı yakalanmış olup onların değerleri aşağıda belirtildiği gibidir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen ilk *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 541 gram, total boyu 34 cm, çatal boyu 31 cm olup cinsiyeti belirlenememiştir. Otolit yaşı 1+, pul yaşı 2+’dır. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $1,31 \times 10^6/\text{mm}^3$, $93,7 \times 10^3/\text{mm}^3$, $62,5 \times 10^3/\text{mm}^3$, 9,8 g/dL, %19, 74,809 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $5,157 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $145,038 \mu\text{m}^3$ ’dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen ikinci *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 950 gram, total boyu 39 cm, çatal boyu 34 cm olup cinsiyeti dişidir. Otolit yaşı 1+, pul yaşı 1+’dır. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,870 \times 10^6/\text{mm}^3$, $62,0 \times 10^3/\text{mm}^3$, $56,2 \times 10^3/\text{mm}^3$, 10,1 g/dL, %30, 116,092 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,366 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $344,827 \mu\text{m}^3$ ’dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen üçüncü *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 445 gram, total boyu 31 cm, çatal boyu 29,5 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 0+, pul yaşı 0+’dır. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,770 \times 10^6/\text{mm}^3$, $68,7 \times 10^3/\text{mm}^3$, $62,5 \times 10^3/\text{mm}^3$, 5,5 g/dL, %16, 71,428 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,437 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $207,792 \mu\text{m}^3$ ’dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen dördüncü *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 700 gram , total boyu 34 cm, çatal boyu 32 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 1+, pul yaşı 1+’dır. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,810 \times 10^6/\text{mm}^3$, $62,5 \times 10^3/\text{mm}^3$, $31,2 \times 10^3/\text{mm}^3$, 8,0 g/dL, %24, 98,765 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,333 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $296,296 \mu\text{m}^3$ ’dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen beşinci *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 450 gram, total boyu 32 cm, çatal boyu 30 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 0+, pul yaşı 0+’dır. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,803 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $93,7 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $46,8 \times 10^3 / \text{mm}^3$, 8,9 g/dL, %26, 110,834 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,423 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $323,785 \mu\text{m}^3$ ’dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen altıncı *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 657 gram, total boyu 35 cm, çatal boyu 33 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 1, pul yaşı 1’dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,770 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $78,1 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $65,6 \times 10^3 / \text{mm}^3$, 9,6 g/dL, %28, 124,675 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,428 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $363,363 \mu\text{m}^3$ ’dir.

2015 yılı Nisan ayında 1 adet *Cyprinus carpio* canlı yakalanmış olup onun değeri aşağıda belirtildiği gibidir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen ilk *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 2730 gram, total boyu 73,4 cm, çatal boyu 71 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 2+, pul yaşı 2+’dır. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $1,230 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $75,0 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $56,2 \times 10^3 / \text{mm}^3$, 11,4 g/dL, %34, 92,682 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,352 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $276,422 \mu\text{m}^3$ ’dir.

2015 yılı Mayıs ayında 7 adet *Cyprinus carpio* canlı yakalanmış olup onların değerleri aşağıda belirtildiği gibidir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen ilk *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 416 gram, total boyu 30 cm, çatal boyu 27,5 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı belirlenememiştir, pul yaşı 1'dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $1,200 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $93,7 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $62,5 \times 10^3 / \text{mm}^3$, 11,0 g/dL, %32, 91,666 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,437 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $266,666 \mu\text{m}^3$ dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen ikinci *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 1504 gram, total boyu 35,5 cm, çatal boyu 33 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı belirlenememiştir, pul yaşı 2+'dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $1,270 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $87,5 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $12,5 \times 10^3 / \text{mm}^3$, 12 g/dL, %35, 94,488 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,428 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $275,590 \mu\text{m}^3$ dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen üçüncü *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 1884 gram, total boyu 51 cm, çatal boyu 47 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 2+, pul yaşı 2+'dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,910 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $71,8 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $21,8 \times 10^3 / \text{mm}^3$, 12,8 g/dL, %38, 140,659 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,368 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $417,582 \mu\text{m}^3$ dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen dördüncü *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 799 gram, total boyu 37 cm, çatal boyu 34 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 1, pul yaşı 1'dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC),

ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,930 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $93,0 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $62,5 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $11,7 \text{ g/dL}$, %34, $125,806 \mu\text{g/hücre}$, $3,441 \text{ g/100ml}^{-1}$, $365,591 \mu\text{m}^3$ dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen beşinci *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 968 gram, total boyu 38 cm, çatal boyu 35 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 1, pul yaşı 1'dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,910 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $56,2 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $48,1 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $11,4 \text{ g/dL}$, %34, $125,274 \mu\text{g/hücre}$, $3,352 \text{ g/100ml}^{-1}$, $373,626 \mu\text{m}^3$ dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen altıncı *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 1815 gram, total boyu 55 cm, çatal boyu 50,5 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 1+, pul yaşı 1+'dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,913 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $56,2 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $46,8 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $9,6 \text{ g/dL}$, %28, $103,225 \mu\text{g/hücre}$, $3,428 \text{ g/100ml}^{-1}$, $301,075 \mu\text{m}^3$ dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen yedinci *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 188 gram, total boyu 25 cm, çatal boyu 21 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 1, pul yaşı 1'dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,870 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $87,5 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $56,2 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $8,1 \text{ g/dL}$, %24, $93,103 \mu\text{g/hücre}$, $3,375 \text{ g/100ml}^{-1}$, $275,862 \mu\text{m}^3$ dir.

2015 yılı Haziran ayında 2 adet *Cyprinus carpio* canlı yakalanmış olup onların değerleri aşağıda belirtildiği gibidir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen ilk *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 270 gram, total boyu 26 cm, çatal boyu 24 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı

belirlenememiştir, pul yaşı 0+’dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $1,220 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $78,18 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $62,54 \times 10^3 / \text{mm}^3$, 9,5 g/dL, %28, 77,868 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,392 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $229,508 \mu\text{m}^3$ dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen ikinci *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 671 gram, total boyu 32,5 cm, çatal boyu 31 cm olup cinsiyeti dişidir. Otolit yaşı 1+, pul yaşı 1+’dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,950 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $78,12 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $56,20 \times 10^3 / \text{mm}^3$, 9,6 g/dL, %28, 101,052 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,428 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $294,736 \mu\text{m}^3$ dir.

2015 yılı Temmuz ayında 3 adet *Cyprinus carpio* canlı yakalanmış olup onların değerleri aşağıda belirtildiği gibidir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen ilk *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 1427 gram, total boyu 46 cm, çatal boyu 43 cm olup cinsiyeti dişidir. Otolit yaşı 1+, pul yaşı 2’dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,830 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $62,50 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $47,50 \times 10^3 / \text{mm}^3$, 8,7 g/dL, %26, 104,819 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,346 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $313,253 \mu\text{m}^3$ dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen ikinci *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 949 gram, total boyu 39 cm, çatal boyu 37 cm olup cinsiyeti dişidir. Otolit yaşı 1, pul yaşı 1+’dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit

hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,830 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $71,87 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $51,87 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $9,6 \text{ g/dL}$, %28, $104,347 \mu\text{g/hücre}$, $3,428 \text{ g/100ml}^{-1}$, $304,347 \mu\text{m}^3$ dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen üçüncü *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 1185 gram, total boyu 45 cm, çatal boyu 40,5 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 1+, pul yaşı 1+'dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemoglobin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemoglobin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,900 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $62,50 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $42,50 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $8,5 \text{ g/dL}$, %25, $94,444 \mu\text{g/hücre}$, $3,4 \text{ g/100ml}^{-1}$, $277,777 \mu\text{m}^3$ dir.

2015 yılı Ağustos ayında 1 adet *Cyprinus carpio* canlı yakalanmış olup onun değeri aşığıda belirtildiği gibidir.

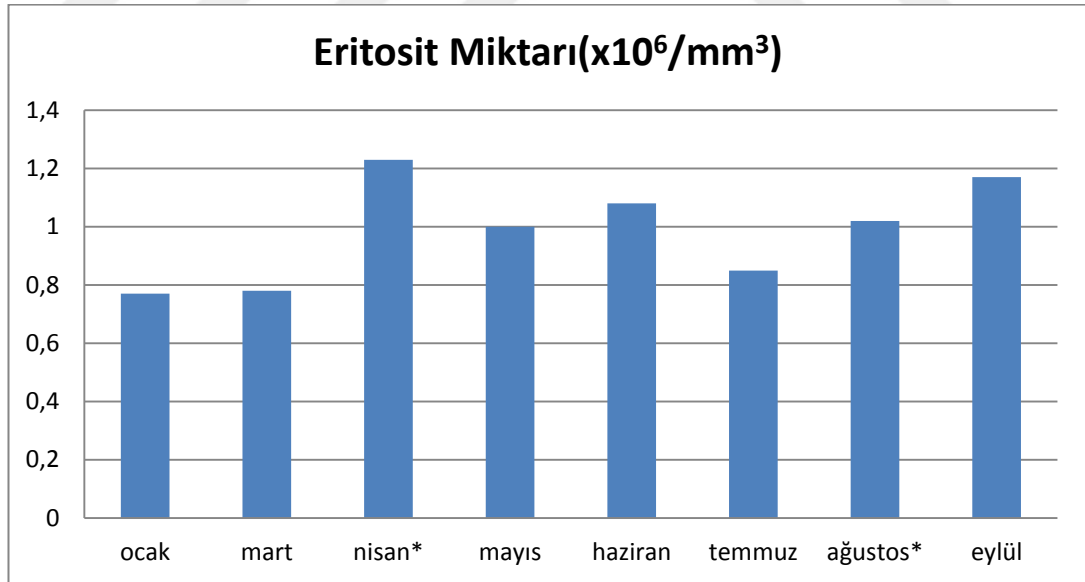
Canlı olarak yakalanıp getirilen ilk *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 4232 gram, total boyu 52 cm, çatal boyu 48 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 2, pul yaşı 2+'dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemoglobin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemoglobin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $1,020 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $62,50 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $46,87 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $10,2 \text{ g/dL}$, %30, $100 \mu\text{g/hücre}$, $3,4 \text{ g/100ml}^{-1}$, $294,117 \mu\text{m}^3$ dir.

2015 yılı Eylül ayında 3 adet *Cyprinus carpio* canlı yakalanmış olup onların değerleri aşığıda belirtildiği gibidir.

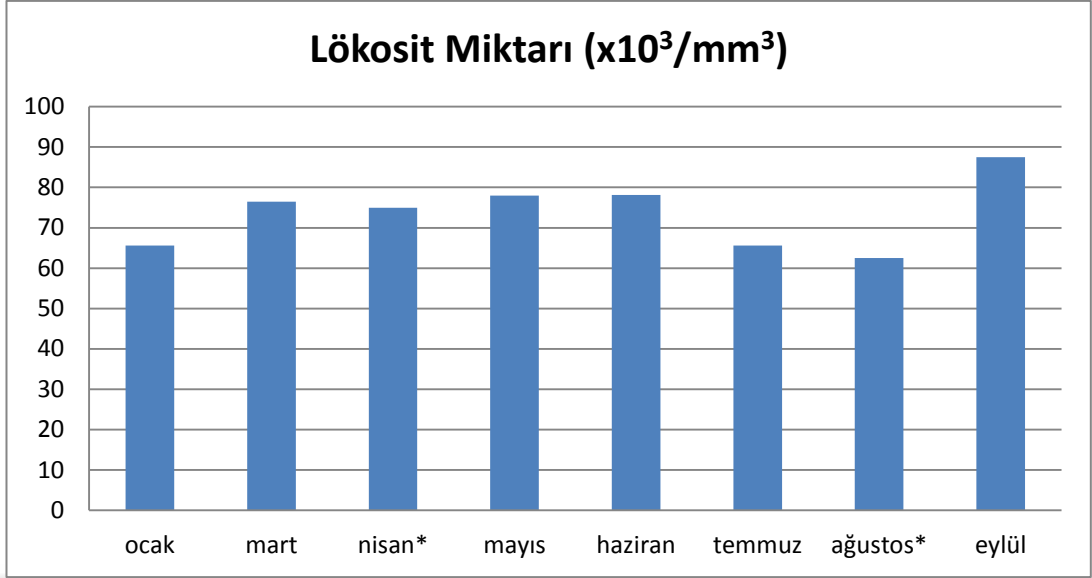
Canlı olarak yakalanıp getirilen ilk *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 1600 gram, total boyu 48 cm, çatal boyu 46 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 1+, pul yaşı 1'dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemoglobin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemoglobin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $1,640 \times 10^6 / \text{mm}^3$, $93,75 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $12,50 \times 10^3 / \text{mm}^3$, $11,4 \text{ g/dL}$, %34, $69,512 \mu\text{g/hücre}$, $3,35 \text{ g/100ml}^{-1}$, $207,317 \mu\text{m}^3$ dir.

Canlı olarak yakalanıp getirilen ikinci *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 2600 gram, total boyu 54 cm, çatal boyu 51 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 2, pul yaşı 2+’dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,890 \times 10^6/\text{mm}^3$, $93,75 \times 10^3/\text{mm}^3$, $81,25 \times 10^3/\text{mm}^3$, 11,8 g/dL, %35, 132,584 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,37 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $393,258 \mu\text{m}^3$ ’dir.

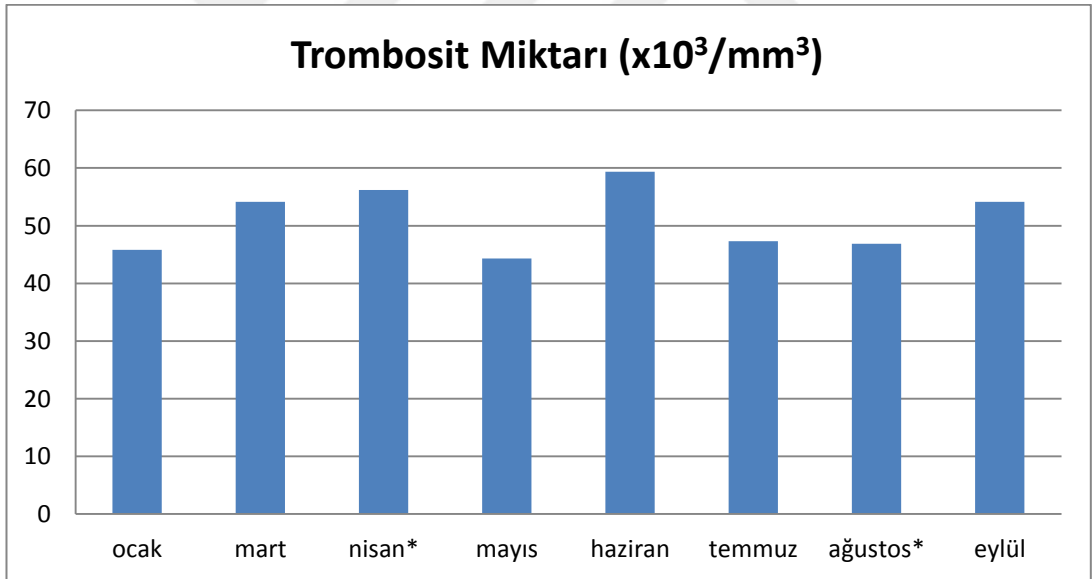
Canlı olarak yakalanıp getirilen üçüncü *Cyprinus carpio* örneğinin ağırlığı 2200 gram, total boyu 49 cm, çatal boyu 45 cm olup cinsiyeti erkektir. Otolit yaşı 1+, pul yaşı 1+’dir. Hematolojik parametrelerinden ise eritrosit miktarı, lökosit miktarı, trombosit miktarı, hemogloblin değeri, hematokrit değeri, ortalama eritrosit hemogloblin düzeyi (MCH), ortalama eritrosit hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri sırasıyla $0,990 \times 10^6/\text{mm}^3$, $75,00 \times 10^3/\text{mm}^3$, $68,75 \times 10^3/\text{mm}^3$, 13,1 g/dL, %39, 132,323 $\mu\text{g}/\text{hücre}$, $3,35 \text{ g}/100\text{ml}^{-1}$, $393,939 \mu\text{m}^3$ ’dir.



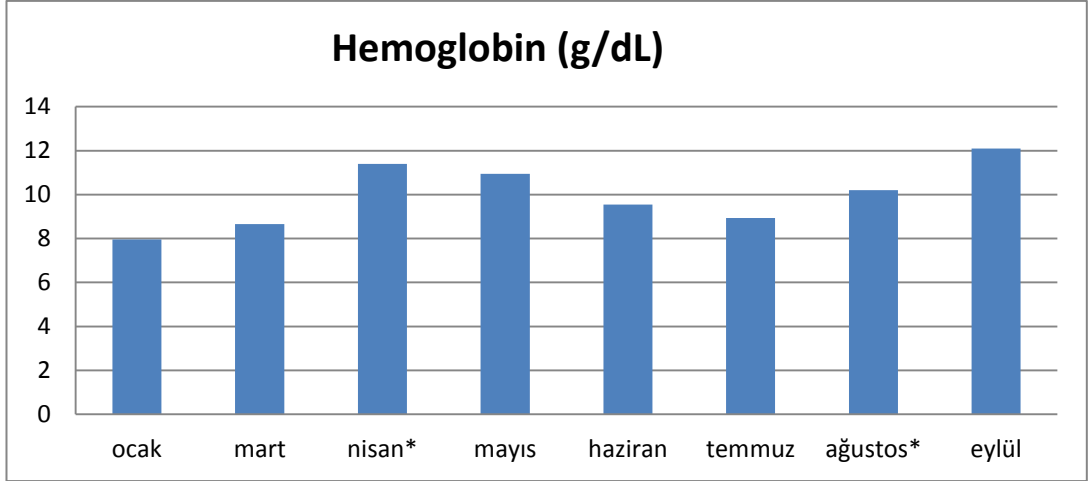
Şekil 4.4. Aylara göre ortalamaları alınmış eritrosit miktarı ($\times 10^6/\text{mm}^3$) dağılımı grafiği (*: Nisan ve Ağustos aylarında 1'er örnek bulunmaktadır ve ortalamaları alınmadan grafiğe eklenmiştir.)



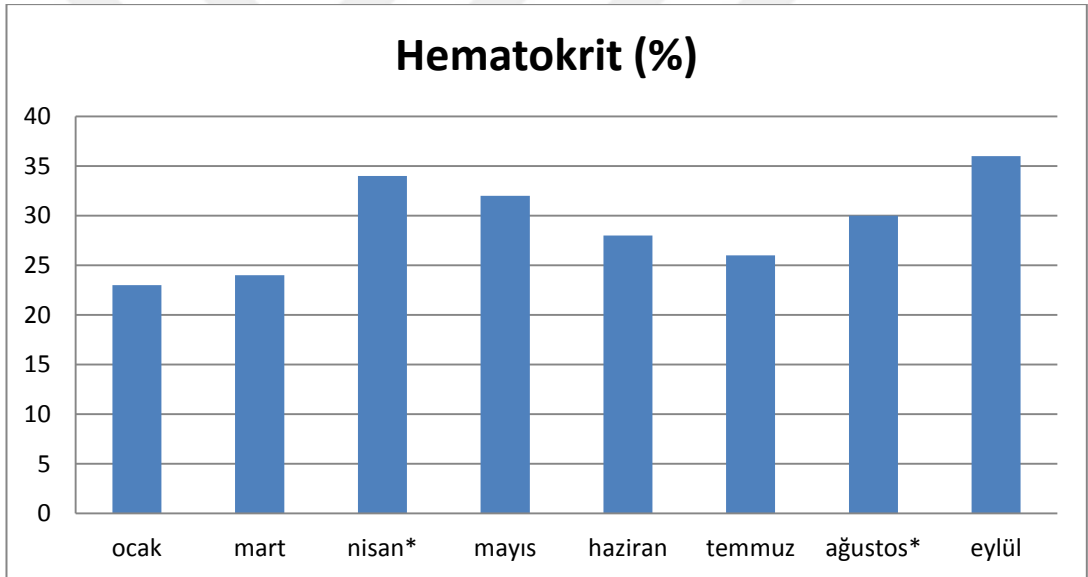
Şekil 4.5. Aylara göre ortalamaları alınmış lökosit miktarı ($\times 10^3/\text{mm}^3$) dağılım grafiği (*: Nisan ve Ağustos aylarında 1'er örnek bulunmaktadır ve ortalamaları alınmadan grafiğe eklenmiştir.)



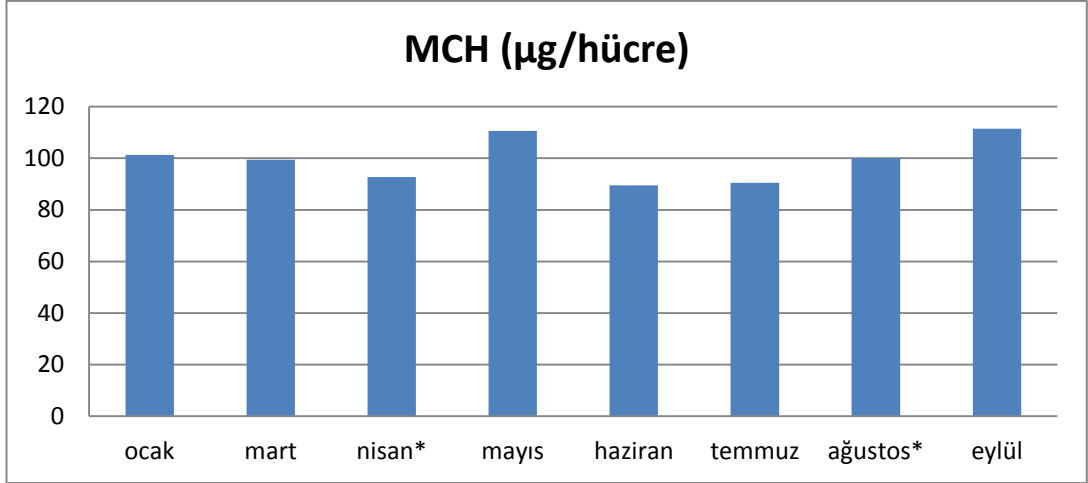
Şekil 4.6. Aylara göre ortalamaları alınmış trombosit miktarı ($\times 10^3/\text{mm}^3$) dağılım grafiği (*: Nisan ve Ağustos aylarında 1'er örnek bulunmaktadır ve ortalamaları alınmadan grafiğe eklenmiştir.)



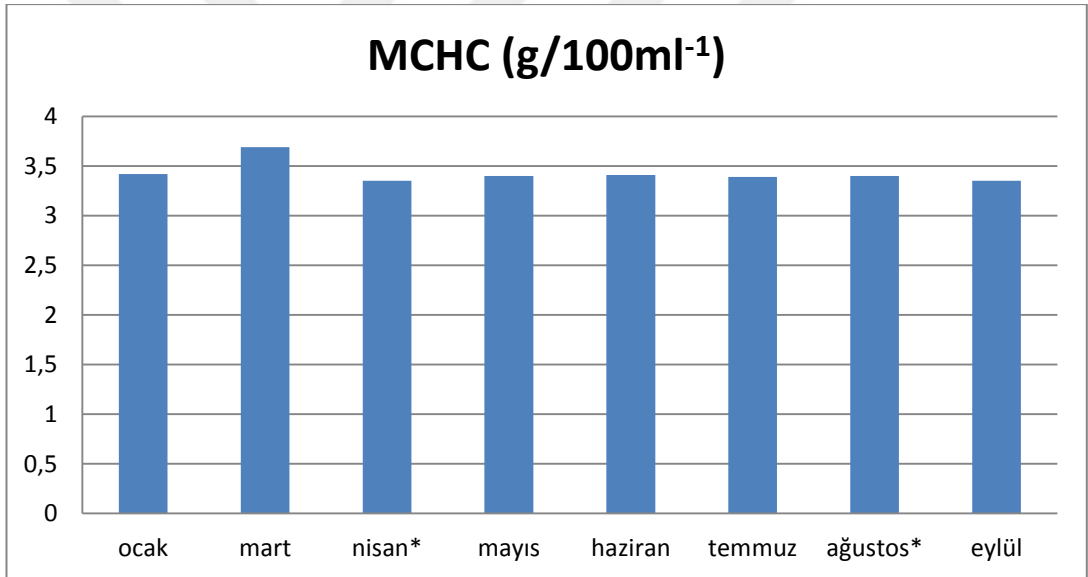
Şekil 4.7. Aylara göre ortalamaları alınmış hemoglobin miktarı (g/dL) dağılım grafiği (*: Nisan ve Ağustos aylarında 1'er örnek bulunmaktadır ve ortalamaları alınmadan grafiğe eklenmiştir.)



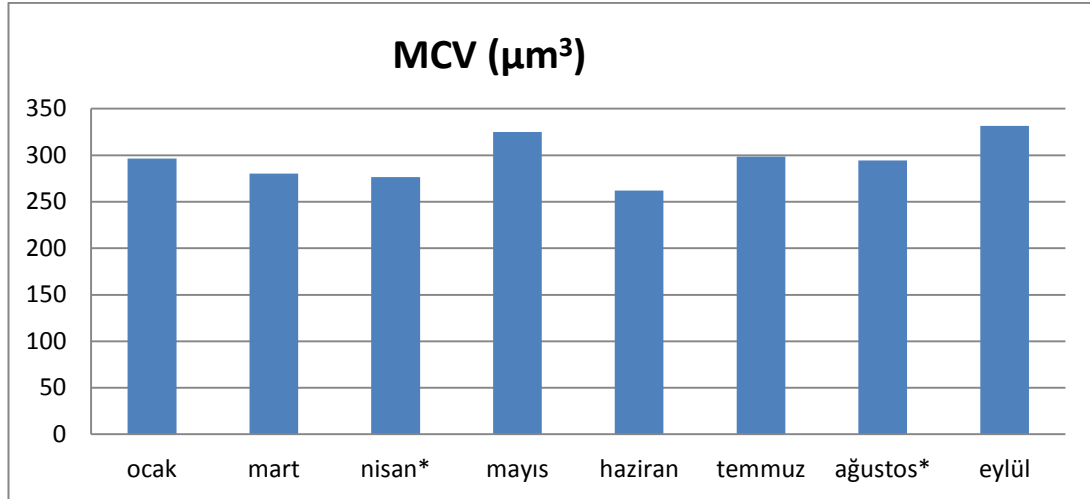
Şekil 4.8. Aylara göre ortalamaları alınmış hematokrit oranı (%) dağılım grafiği (*: Nisan ve Ağustos aylarında 1'er örnek bulunmaktadır ve ortalamaları alınmadan grafiğe eklenmiştir.)



Şekil 4.9. Aylara göre ortalamaları alınmış MCH ($\mu\text{g}/\text{hücre}$) dağılım grafiği (*: Nisan ve Ağustos aylarında 1'er örnek bulunmaktadır ve ortalamaları alınmadan grafiğe eklenmiştir.)



Şekil 4.10. Aylara göre ortalamaları alınmış MCHC ($\text{g}/100\text{ml}^{-1}$) dağılım grafiği (*: Nisan ve Ağustos aylarında 1'er örnek bulunmaktadır ve ortalamaları alınmadan grafiğe eklenmiştir.)



Şekil 4.11. Aylara göre ortalamaları alınmış MCV (μm^3) dağılım grafiği (*: Nisan ve Ağustos aylarında 1'er örnek bulunmaktadır ve ortalamaları alınmadan grafiğe eklenmiştir.)

Tablo 4.1. Ağırlıklara göre kan parametrelerinin min-max değerleri

Ağırlık aralıkları	Değerler	Eritrosit ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	Lökosit ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	Trombosit ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	Hb (g/dL)	Hct (%)	MCH ($\mu\text{g}/\text{hücre}$)	MCHC (g/100ml ⁻¹)	MCV (μm^3)
0- 500	MİN	0,83	56,2	21,8	8,7	26	69,512	3,35	207,317
gram	MAX	1,64	93,75	81,25	13,1	39	140,659	3,428	417,582
501-1000	MİN	0,77	56,2	31,2	8	19	74,809	3,333	145,038
gram	MAX	1,31	93,7	65,6	11,7	34	125,806	5,157	373,626
1001-3000	MİN	0,83	56,2	12,5	8,5	25	69,512	3,346	207,317
gram	MAX	1,64	93,75	81,25	13,1	39	140,659	3,428	417,582

Tablo 4.2. Boy uzunluklarına göre kan parametrelerinin min-max değerleri

Boy aralıkları	Değerler	Eritrosit($\times 10^6/\text{mm}^3$)	Lökosit ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	Trombosit($\times 10^3/\text{mm}^3$)	Hb(g/dL)	Hct(%)	MCH($\mu\text{g}/\text{hücre}$)	MCHC($\text{g}/100\text{ml}^{-1}$)	MCV(μm^3)
24- 34 cm	MİN	0,68	56,2	31,2	5,5	16	71,428	3,333	145,038
	MAX	1,31	93,7	62,54	11	31	117,977	5,157	348,314
35- 45 cm	MİN	0,77	62	12,5	8,5	25	94,444	3,352	275,59
	MAX	1,27	87,5	65,6	11,7	35	125,806	3,428	373,626
46-74 cm	MİN	0,83	56,2	21,8	8,7	26	69,512	3,35	207,317
	MAX	1,64	93,75	81,25	13,1	39	140,659	3,428	417,582

Tablo 4.3. Yaş aralıklarına göre kan parametrelerinin min-max değerleri

Yaş aralıkları	Değerler	Eritrosit($\times 10^6/\text{mm}^3$)	Lökosit ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	Trombosit($\times 10^3/\text{mm}^3$)	Hb(g/dL)	Hct(%)	MCH($\mu\text{g}/\text{hücre}$)	MCHC($\text{g}/100\text{ml}^{-1}$)	MCV(μm^3)
0-1 yaş	MİN	0,77	56,2	46,8	5,5	16	71,428	3,352	207,792
	MAX	1,22	93,7	65,6	11,7	34	125,806	3,428	373,626
1+ - 2+ yaş	MİN	0,76	56,2	12,5	7,2	19	69,512	3,35	145,038
	MAX	1,64	93,75	81,25	13,3	39	132,584	5,157	417,582

Tablo 4.4. Cinsiyete göre kan parametrelerinin min-max değerleri

Cinsiyete Göre	Değerler	Eritrosit($\times 10^6/\text{mm}^3$)	Lökosit ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	Trombosit($\times 10^3/\text{mm}^3$)	Hb(g/dL)	Hct(%)	MCH($\mu\text{g}/\text{hücre}$)	MCHC($\text{g}/100\text{ml}^{-1}$)	MCV(μm^3)
Dişi	MİN	0,83	62	47,5	8,7	26	101,052	3,366	294,736
	MAX	0,95	78,12	56,2	10,1	30	116,092	3,428	344,827
Erkek	MİN	0,68	56,2	12,5	5,5	16	69,512	3,333	207,792
	MAX	1,64	93,75	81,25	13,1	39	132,584	3,445	393,939

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Balık hematolojisi, balığın sağlığı (Campbell, 2004), fizyolojik ve biyolojik özelliklerindeki değişimleri izlemek için balık kan hücrelerini ve bunlarla ilgili kan parametrelerini inceleyen ve değerlendiren bilim dalıdır. Ayrıca hastalıkların tespitinin yanı sıra çevresel etmenlerin etkilerinin belirlenmesinde de önemli bir yol göstericidir (Atamanalp ve Yanık, 2003; Atamanalp, 2003). Hematoloji, değişen çevresel koşullarda ve laboratuvarlarda normal değerlerin belirlenmesi, populasyonlar arası tanı ve su ortamındaki kirleticiler ile ilgili bilgilerin saptanmasında yardımcı bir bilim dalıdır. Kan dokusunun fiziksel ve kimyasal yapısı, organizmadaki değişiklikleri doğru bir şekilde yansıttığı gibi farklı ekolojik ortamlarda yaşayan balıkların metabolizmaları ile bazı karakterlerini de değerlendirmeye yaramaktadır (Altun ve Diler, 1999; Başusta ve Şen, 2003). Balıkların sucul çevre koşulları ve ekosistemdeki değişimlere bağlı olarak çeşitli seviyelerde bu değişimlere gösterdiği tepkilerin derecesi ve şekli, hematolojik ve biyokimyasal parametreleri incelenerek belirlenebilir (Wells ve ark., 2005). Bu şekilde elde edilen sonuçların, populasyon, kominite ya da ekosistem gibi daha yüksek seviyedeki sistemler üzerine etki eden çeşitli faktörlerin sonuçlarını önceden tahmin etme ve tanımlamada önemlidir. Ancak balıklarda diğer memelilerde olduğu gibi kan parametrelerinin referans değerlerini vermek çok mümkün olmamaktadır. Gerek balığın türsel farklılığı ve gerekse çevresel farklılıklar balıklarda türsel bazda kesin referans aralıkları vermeye engel olmuştur (Çelik ve Çakıcı, 2005).

Balıklar çevrelerindeki değişikliklerden direkt ya da indirekt etkilenirler. Balıklarda her hangi bir nedenle oluşan enfeksiyonal durumda, immun sistem mekanizmaları, kimyasal yapıları algılar, tanırlar ve bu yapıları tehlikeli mikroorganizmalara karşı alarm sinyalleri gibi kullanırlar (Woo, 1996).

Suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimlerde balıkların hematolojik parametrelerinde değişime neden olmaktadır. Suyun pH'nın asidik yöne kaymasının balıklarda hematokrit, hemoglobin düzeyleri ile eritrosit sayısını arttırdığı, bunun da hemokonsantrasyon ile plazma elektrolitlerinin regülasyonundaki bozulma sonucu kan hücrelerinin şişmesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Heath, 1995).

Kan değerlerine balığın türünün yanında, yaş, toplam ağırlık ve boy, üreme, cinsiyet, besleme gibi etkiler değiştirdiği gibi, çevresel olarak da su kirliliği ve kalitesi, su sıcaklığı ve oksijeni, tuzluluk, mevsimler, örnekleme metodu, kanın vücuttan alınma şekli, stres, hastalık oluşu, balığın bulunduğu ortamdaki flora ve faunanın yapısı, toksik maddeler, ağır metal ve sanayi atıklarının da etkilediği rapor edilmiştir (Karataş, 2005).

Eritrositler kandaki şekilli elemanlar arasında en fazla düzeyde olup, oksijen taşıma kapasitesinde belirleyici bir rol oynar. Lökositler ise özel olmayan (non-spesifik) savunma mekanizmasında oldukça etkindir, monoksit ve lenfositler antikor üretiminde görevliken, nötrofiller patojenleri yok etmek için enfeksiyonlu bölgeye göç ederler (Dias ve ark., 2008).

Kanda bulunan hemoglobin miktarı, kanın O₂ bağlama kapasitesi ile ilişkilidir. Oksijenin solungaçlarda ve dokulardaki değişimi, hemoglobindeki oksijen yoğunluğu tarafından büyük ölçüde etkilenmektedir. Balıkların yaşam koşulları ve ortamları arasındaki farkın hemoglobin miktarını etkilediğini göstermiştir (Cameron, 1970; Aras ve ark., 2008; Başusta ve Şen, 2003; Dias ve ark., 2008; Şahan, 2000). Yaptığımız çalışmada *Cyprinus carpio* türü için gölde yazın sıcaklığın artmasından dolayı hemoglobin değeri açısından bakıldığında biraz daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Van Vuren ve Hattingh (1978) tarafından yapılan bir çalışmada, *Cyprinus carpio* balığının Saulspoort barajında, Allemanskraal barajında ve Verwoerd Barajında yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimlerindeki hematolojik değerlerin bazıları bakılmıştır. Saulspoort barajındaki yaz, sonbahar, kış, ilkbahar mevsimlerinin

sıralamasına göre Hct oranları (%) 29,5; 21,42; 43,29; 24,28; HB miktarları (g/100ml⁻¹) 7,02; 5,50; 8,59; 6,93; RBC sayısı (x10⁶mm⁻³) 136; 122; 142; 178; WBC sayısı (x10³mm⁻³) 10,4; 5,9; 3,3; 6,7; MCV sayısı (μ3m) 229,49, 175,84, 309,23, 141,05; MCHC sayısı (%) 23,96, 26,02, 25,21, 31,92 olarak hesaplanmıştır. Allemanskraal Barajındaki yaz, sonbahar, kış, ilkbahar mevsimlerinin sıralamasına göre Hct oranları (%) 23,37, 22,41, 18,82, 26,45; HB miktarları (g/100ml⁻¹) 7,80, 5,97, 8,90, 5,55; RBC sayısı (x10⁶mm⁻³) 118, 120, 187, 153; WBC sayısı (x10³mm⁻³) 7,7, 6,4, 3,5, 5,7; MCV sayısı (μ3m) 199,34, 187,35, 102,75, 174,63; MCHC sayısı (%) 33,45, 26,73, 46,45, 22,12 olarak hesaplanmıştır. Verwoerd Barajındaki yaz, sonbahar, kış, ilkbahar mevsimlerinin sıralamasına göre Hct oranları (%)18,58, 26,30, 21,02, 20,10; HB miktarları (g/100ml⁻¹) 5,63, 7,64, 6,26, 5,96, RBC sayısı (x10⁶mm⁻³) 106, 151, 114, 105; WBC sayısı (x10³mm⁻³) 5,7, 3,1, 4,2, 4,1; MCV sayısı (μ3m), 173, 174, 186, 198; MCHC sayısı (%) 31,50, 30,87, 30,20, 30,44 bulunmuştur. Yaptığımız çalışma ile karşılaştırıldığında değerlerin hematokrit değerleri ve MCHC sayısının benzer olduğu, hemoglobin değerleri, lökosit miktarı ve MCV sayısının bizim çalışmamızda daha yüksek, eritrosit miktarının ise daha düşük olduğu görülmüştür.

Nanba ve ark. (1987) tarafından yapılan bir çalışmada, Haziran 1984 – Ekim 1985 tarihleri arasında tankta gerçekleştirilen deneyde *Cyprinus carpio* ‘da hematokrit, hemoglobin, eritrosit gibi bazı kan parametrelerinin mevsimsel değişimi ve ürin seviyesinin değişimi üzerine araştırmalar yapmıştır. Hematokrit seviyelerinin kış mevsiminde, yaz mevsimine göre daha düşük, eritrosit ve hemoglobin değerlerinde ise mevsimsel fark tespit etmişlerdir. Genel olarak bakıldığında hematokrit değeri (%) 30-40 arasında, hemoglobin değeri (g/dL) 5-10 arasında, eritrosit miktarı (x10⁴/mm³) ise 150-250 arasında bulunmuştur. Bizim yaptığımız çalışmada da hematokrit değeri ocak ve mart aylarında diğer aylara göre daha düşük görülmüştür.

Cengizler ve Azizoğlu (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, Seyhan Baraj Gölü ve Seyhan Nehri’nden Ocak-Ekim 1996 tarihleri arasında yakalanan Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio*, L., 1758)’larda bazı kan parametrelerindeki değişimler saptanmıştır. Seyhan Baraj Gölü için, eritrosit hücrelerinde Ocak ayında elde edilen

değerler ($2,997,14 \pm 17904,50 \times 10^6 / \text{mm}^3$)' diğer aylara göre önemli düzeyde artış göstermiştir. Aynı dönemde Seyhan Nehri'nden elde edilen eritrosit değerlerinde ise diğer dönemlere göre azalmalar izlenmiştir ($P < 0.05$) ($0,682,428 \pm 66,314 \times 10^6 / \text{mm}^3$). Baraj Gölü aynalı sazanlarından elde edilen lökosit hücreler de ise, Ocak ayında önemli düzeyde artışlar belirlenmiştir ($P < 0.05$), ($17,045 \pm 2705,82 \times 10^3 / \text{mm}^3$). Nehir balıklarından tespit edilen lökosit hücrelerde su sıcaklığının arttığı Ağustos döneminde önemli düzeyde azalmalar izlenmiştir ($P < 0.05$) ($12,595 \pm 1628,63 \times 10^3 / \text{mm}^3$). Baraj Gölü için belirlenen lökosit hücre formüllerinin tamamında Ocak döneminde tespit edilen miktarlar diğer dönemlere göre farklılık göstermiştir ($P < 0.05$). Seyhan Nehri'nden elde edilen lökosit hücre formüllerinde ise, sadece lenfosit hücreler Ocak ayında diğer aylara göre önemli düzeyde azalmalar göstermiştir ($P < 0.05$) (% $23,14 \pm 7,90$). Monosit ve Eosinofil hücreler ise, Ağustos ayında önemli düzeyde azalma göstermiştir ($P < 0.05$). Nötrofil hücrelerde mevsimler arasında izlenen farklılıklar önemli düzeyde bulunmamıştır ($P > 0.05$). Bizim yaptığımız çalışmada ise eritrosit miktarı Ocak ayı değerlerimiz çalışmada Seyhan Baraj Gölü için bulunan değerlerin altında olup, Seyhan Nehrindeki değerler ise birbirine yakındır. Seyhan Baraj Gölü ve Seyhan Nehrindeki lökosit miktarı bizim değerlerimizin altında olup, bizim değerlerimiz daha yüksek bulunmuştur.

Adedeji ve ark. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, *Clarias gariepinus*, *Cyprinus carpio*, *Hemichromis fasciatus*, *Heterotis niloticus*, ve *Tilapia* spp. gibi 5 farklı tatlı su balığında eritrosit büyüklüğü ve sayısı, hematokrit miktarı, lökosit miktarı, hücresel biçimleri konusunda araştırmalar yapmışlardır. Eritrosit hücre biçimleri *C. carpio*'da yuvarlak, *C. gariepinus* da oval, *Hemichromis fasciatus* ve *Heterotis niloticus* da elipsoid, tilapia da ise yuvarlak ve oval şekilli olarak tespit etmişlerdir. En yüksek eritrosit miktarı *Cyprinus carpio* da, en düşük ise *Hemichromis fasciatus* da belirlemişlerdir. *Clarias gariepinus* en yüksek lökosit miktarına, *Tilapia* spp. ise en düşük lökosit miktarına sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada da *Cyprinus carpio*'nun eritrositlerin şekli oval, çekirdekleride oval olarak bulunmuştur. Her ay yakalanan balıkların eritrosit değerleri ise diğer çalışmalarda bulunduğu gibi normal değerler arasında bulunmuştur.

Atamanalp ve Güneş (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, Tuzla çayında, biri akarsuyun baraj gölüne ulaşmadan önceki kısmından, diğeri ise deşarj noktasının aşağısında belirlenen iki istasyondan eylül ayında yakalanan toplam 50 *C. capoeta*'dan alınan kan örneklerinde hemoglobin seviyeleri ile eritrosit ve toplam lökosit sayıları araştırılmıştır. I. istasyondan örneklenen balık kanlarında hemoglobinin değeri $11,84 \pm 1,75$ g/100ml bulunurken, bu değer 2. istasyonda $10,02 \pm 1,87$ g/100ml olarak bulunmuştur. İlk istasyondan yakalanan balıkların kanında eritrosit sayısı $0,815 \pm 0,077 \times 10^6 / \text{mm}^3$ olarak hesaplanırken 2. istasyonda bu değer $1,004 \pm 0,143 \times 10^6 / \text{mm}^3$ olarak ortaya çıkmıştır. İlk istasyondan elde edilen Lökosit Sayısı $2,16 \pm 0,19 \times 10^4 / \text{mm}^3$ değeri, II. istasyonda çok az miktarda düşüş göstererek $2,04 \pm 0,18 \times 10^4 / \text{mm}^3$ değerini almıştır. Yaptığımız çalışmada bulunan veriler hemoglobin ve eritrosit miktarları birbirine yakın olurken, lökosit miktarlarında bizim değerlerimizde daha yüksek çıkmıştır. Bunun etkisi olarak göle bırakılan evsel atıkların değerlerini, sıcaklık, pH gibi etkenler gösterilebilir. Lökosit miktarının özellikle yaz aylarında artmasının asıl nedenlerinden biride sıcaklığın artmasına bağlı olarak mikrobiyal kapasitenin artmasıdır. Lökosit miktarının fazlalığı savunma mekanizmasının daha fazla çalıştığına işaretidir.

Svetina ve ark. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, Hırvatistan'da yüzeyi 5 hektar ve derinliği ortalama 3 metre olan yetiştirme havuzunda yavru sazanların 3 yıl boyunca bazı hematolojik ve kan kimyasallarını incelemiştir. İlk yıl yaz aylarında hemoglobin ve hematokrit seviyelerinde artış olduğunu gözlemişlerdir. Yoğun yetiştiricilik koşulları altında ikinci yıl eritrositlerde azalma görmüşlerdir. Kışın hemoglobin ve hematokrit seviyelerinde azalma tespit etmişlerdir. Normal sazan ve vücut koşulları normalin altında olan zayıf kalmış sazanlar arasındaki hematolojik karşılaştırmada zayıf kalan sazanlarda anemi görmüşlerdir. Hematokrit ve hemoglobin değerlerinin yaşa ve mevsimlere bağlı olarak değiştiğini tespit etmişlerdir. Kültür koşullarındaki balıklarda hematolojik ve biyokimyasal değerlerin, metabolik denge ve balıkların sağlık koşullarının belirlenmesinde önemli bir faktör olduğunu ifade etmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada da balığın boyuna, yaşına ve cinsiyetine bağlı olarak ayrıca mevsime de bağlı olarak eritrosit miktarı, hemoglobin, hematokrit, MCH, MCHC, MCV değerlerinin değiştiği tespit edilmiştir.

Çelik ve Bircan (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, Çanakkale Boğazında Temmuz 2000-Haziran 2001 tarihleri arasında avlanan 312 adet Siyah İskorpit balığının hematokrit oranı (Hct), hemoglobin değeri (Hb), eritrosit sayısı (RBC), lökosit sayısı (WBC), ortalama eritrosit hacmi (MCV), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin (MCH) ve eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) değerleri sırasıyla $25,7 \pm 0,274$, $7,4 \pm 0,0907 \text{ g}100\text{ml}^{-1}$, $384978 \pm 3882,91 \text{ mm}^{-3}$, $33903 \pm 0576,28 \text{ mm}^{-3}$, $668,50 \pm 4,0029 \text{ } \mu\text{m}^3$, $193,08 \pm 1,5541 \text{ } \mu\text{g/hücre}$ ve $28,94 \pm 0,1956 \text{ mg/dL}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bizim yaptığımız çalışma ile karşılaştırıldığında Çelik ve Bircan'ın yaptığı çalışmasının hemoglobin, hematokrit, eritrosit sayısı değerlerin düşük, lökosit, MCV, MCH, MCHC değerlerinin ise yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu hematolojik değerlerin farklılığı balık türüne, büyüklüğü ve ağırlığının, yaşın, balığın üreme dönemi ve beslenme durumuna, suyun sıcaklığına, tuzluluğuna, ayrıca suda bulunan ağır metal ve sanayi atıklarının miktarına ve balıkların stres faktörlerinin de etkili olduğu düşünülmektedir.

Akmirza ve Tepecik (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, Sapanca Gölü'nde mevsimsel olarak doğal ortamda *Rutilus rutilus* türü balıklarda yaptıkları bir çalışmada eritrosit miktarını kışın $1,101 \pm 0,2(x10^6/\text{mm}^3)$, yazın ise $1,0 \pm 0,52(x10^6/\text{mm}^3)$ olarak tespit etmişlerdir. Kışın eritrosit miktarını yazıya göre daha düşük bulmuşlardır ($p < 0,05$). Bu değişimlerin su parametrelerindeki mevsimsel farklılıklardan kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada su sıcaklığındaki farklılık, oksijen seviyesindeki değişim, metabolik aktivitenin artması ve bunun sonucunda artan enerji gereksiniminin yaz aylarında eritrosit miktarının artmasına neden olduğunu düşünerek bizimde sonuçlarımızda da kış aylarında eritrosit miktarının yazıya göre daha düşük olduğu bulunmuştur.

Şahan ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, 2004 yılının yaz döneminde Ceyhan Nehri'nin tarımsal, sanayi, mezbaha ve evsel atıklarının deşarj olduğu bölge (Büyükmangıt köyü) ile aynı nehir üzerinde kurulu olan Aslantaş barajı kret altı bölgesi (Osmaniye)'nde her bir istasyondan aylık 40'ar avrupa yılan balığı (*Anguilla anguilla L., 1758*) yakalanmış ve balıklarda hematolojik parametreleri incelenmiştir.

İlk istasyonda RBC ($10^6/\text{mm}^3$), WBC ($10^3/\text{mm}^3$), Hb (g/dl) değerleri sırasıyla $1,30\pm 367,52$, $2,38\pm 9,03$, $0,14\pm 0,96$ bulunmuştur. İkinci istasyonda RBC ($10^6/\text{mm}^3$), WBC ($10^3/\text{mm}^3$), Hb (g/dl) değerleri sırasıyla $1,28\pm 44,08$, $3,75\pm 1,29$, $9,86\pm 1,12$ bulunmuştur. Yapılan çalışmada su kalite parametreleri açısından Ceyhan nehri'nin kirli olduğu tespit edildiğinden çalışmadaki balıkların hematolojik parametrelerinde bulunan lökosit miktarı genel anlamda yüksek çıkmıştır. Bizim yaptığımız çalışma ile karşılaştırıldığında balığın türü ve yaşam alanı farklılığından dolayı ilk istasyon olarak belirlenen yerde bulunan hemoglobin değeri bizim bulduğumuz verilerle karşılaştırıldığında çok düşük bulunmuştur.

Deniz (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, Silifke ve Karataş'ta 2006 yılının Nisan ayında her bir tür için 15 adet örnekleme yapılarak *Cyprinus carpio* ve *Clarias gariepinus* türü balıkların hematolojik parametrelerini incelemiş ve bu parametrelerin karşılaştırmalarını yapmıştır. Silifke ve Karataş ilçelerinde yer alan, farklı su kaynaklarına sahip yetiştiricilik istasyonlarından örneklenen *C. carpio* ve *C. gariepinus*'da eritrosit sayıları, hematokrit, glukoz, kortizol, AST, ALT ve elektrolit düzeyleri gibi kan parametrelerinin karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. İncelenen kan parametrelerini Silifke İstasyonu'na oranla Karataş İstasyonu'nda yüksek bulurken, kan parametrelerinde gözlenen değişimlerin istasyonlardaki su kalitesi ve türlerin ortam koşullarına hoşgörülerinin farklı olması ile açıklamaya çalışmıştır. Bizim yaptığımız çalışmada her iki istasyona göre eritrosit miktarı daha düşük, hematokrit miktarı ise benzer bulunmuştur. Eritrosit miktarının farklılığını suyun kalitesinin farklı olmasından dolayı olduğu düşünülmektedir.

Şahan ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, Ceyhan Nehri'nin farklı bölgelerinden yakalanan bazı Cyprinidae'lerde lökosit hücre tiplerinin belirlenmesi konusunda araştırmalarda bulunmuşlardır. Çalışmada özellikle yaz aylarındaki kirlilik indikatörü su parametre değerleri ile bunların doğal sazan (*Cyprinus carpio*) ve siraz (*Capoeta barroisi*)'da lökosit hücre tipleri'nin miktarları ve büyüklüklerine olan etkilerini belirlemişlerdir. Çalışma sonunda kirli olduğu belirlenen deşarj bölgesinde savunma sisteminin temelini oluşturan lökosit hücrelerden monosit ve nötrofil hücre miktarları ile büyüklüklerinde artış olduğu, ancak hücrelerde yapısal

bir değişiklik olmadığını gözlemlemişlerdir. Bu artış, kirliliğe karşı hücreyel immün sistemde oluşan yanıt olarak kabul edilmiştir. Bizim yaptığımız çalışmada ise ilkbahar ve yaz aylarında lökosit miktarının önemsenmeyecek derecede fazla olduğu saptanmıştır.

Shah ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, Keşmir’de Anchar Gölü’nde yaşayan parazitlerle enfekte balıklarda mevsimsel olarak hematolojik değerleri incelediler. Cestode, Trematode ve Acanthocephala gibi parazitlerle enfekte gölde yaşayan balık faunasından *Cyprinus* spp. ve *Schizothorax* spp. ‘nin hematolojik değerlerini tespit ettiler. *Schizothorax* spp. için hemoglobin değerleri $10,57 \pm 0,23 - 7,62 \pm 0,13$ g/dL arasında olduğunu, *Cyprinus* spp. için hemoglobin değerlerinin $9,39 \pm 0,18 - 7,39 \pm 0,14$ g/dL arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Yaz mevsiminde RBC miktarının azaldığını (*Cyprinus* spp. $2,07 \pm 0,03 - 1,66 \pm 0,05 \times 10^6 / \text{mm}^3$ ve *Schizothorax* spp. $2,32 \pm 0,02 - 1,69 \pm 0,04 \times 10^6 / \text{mm}^3$) belirtmişlerdir. Yaz mevsiminde WBC miktarlarında ise artış olduğunu (*Cyprinus* spp. $1,58 \pm 0,16 - 3,93 \pm 0,33 \times 10^4 / \text{mm}^3$ ve *Schizothorax* spp. $1,56 \pm 0,10 - 2,76 \pm 0,27 \times 10^4 / \text{mm}^3$) söylemişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada hemoglobin değerleri daha yüksek saptanmıştır. Yaz aylarında ise RBC değerlerinin çalışmada bulunduğu gibi azaldığı değil arttığı tespit edilmiştir. Lökosit miktarının yaz aylarında sıcaklığın artmasından dolayı arttığı düşünölmektedir.

Kandemir ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, Bafra (Samsun) Gölü’nde *Cyprinus carpio* ile yaptığı çalışmada eritrosit miktarı ($\times 10^6 / \text{mm}^3$), hemoglobin (g/dL⁻¹), hematokrit (%), MCV, MCH, MCHC sırasıyla $1,73 \pm 0,28$, $8,34 \pm 0,64$, $37,93 \pm 3,25$, $219 \pm 1,78$, $48,20 \pm 0,46$, $21,98 \pm 1,95$ olarak belirtilmiştir. Bizim çalışmamız ile kıyaslandığında eritrosit miktarı aynı sayılırken, hemoglobin miktarı daha düşük bulunmuştur.

Çelik ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, Çanakkale Boğazı’nda Nisan 2005-Mart 2007 tarihleri arasında her ay Karagöz istavrit (*Trachurus trachurus*) balığı yakalanarak bazı hematolojik parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Gonado-somatik indeks (GSİ) takibinde 680 balık kullanılmıştır. Bu balıklar

içerisinden hematolojik parametrelerin eşeylere, yaşa, üremeye, suyun sıcaklık ve tuzluluğuna göre değişiminin belirlenmesinde 621, mevsime göre değişiminin belirlenmesinde ise 579 balık incelenmiştir. Hematolojik parametreler için elde edilen yıllık ortalama değerleri; hematokrit oranı (Hct), dişilerde $38,0 \pm 0,32$, erkeklerde $37,3 \pm 0,36$; hemogloblin seviyesi (Hb), dişilerde $12,8 \pm 0,13$ g/100mL, erkeklerde $13,0 \pm 0,16$ g/100mL; eritrosit (RBC) sayısı, dişilerde $1050263,4 \pm 5857,20$ mm³, erkeklerde $1046081,13 \pm 6319,89$ mm³; lökosit (WBC) sayısı, dişilerde $15797,4 \pm 259,11$ mm³, erkeklerde $16545,0 \pm 354,54$ mm³; ortalama eritrosit hacmi (MCV), dişilerde $363,2 \pm 3,12$ µm³, erkeklerde $358,8 \pm 3,57$ µm³; eritrosit başına düşen ortalama hemogloblin (MCH), dişilerde $123,0 \pm 1,16$ pg, erkeklerde $124,3 \pm 1,48$ pg; eritrosit başına düşen ortalama hemogloblin konsantrasyonu (MCHC), dişilerde $33,7 \pm 0,17$ g/100mL, erkeklerde $34,8 \pm 0,22$ g/100mL şeklindedir. Bizim çalışmamızda genel olarak bakıldığında ortalama hematokrit değeri ve eritrosit miktarı daha yüksek bulunmuştur.

Duman ve Şahan (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, Sivas ili'nin Kangal ilçesindeki Balıklı Çermik Termal Kaplıcası ile Topardıç Deresi (kaplıca suyunun karıştığı)'nde yaşayan benekli sazan, *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843 (doktor balıklar olarak bilinen) balıklarının kan değerleri incelenmiştir. Eritrosit (RBC), lökosit (WBC), Hb, Hct, monosit, nötrofil miktarları ve fagositik aktivite değerlerinin Topardıç deresi'nde yazın artıp, kışın ise azaldığı belirlenmiştir. Havuz su sıcaklığının, her mevsim sabit olmasından dolayı, havuzlarda yaşayan balıkların kan parametrelerinde hiçbir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Lenfosit, MCV ve MCH değerlerinde kışın derede artış, yazın ise azalma gözlenirken, MCHC seviyesinde herhangi bir değişiklik görülmemiştir. Ösinofil hücre miktarında ise yaz ve kış farklılığı tespit edilememiştir. Bizim yaptığımız çalışmada ise Sapanca Gölü'nde aylara bağlı olarak sıcaklığının değişmesinden dolayı verilerin az miktarda değiştiği gözlenmiştir.

Yüngül ve Karaman (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, Ocak 2012 – Aralık 2012 tarihleri arasında Çelik Gölü'nde yaşayan cinsel olgunluğa erişmiş 51 adet anaç yayın balığı (*Silurus glanis* Linnaeus, 1758)'nda hematolojik incelemeler yapılmıştır.

Bu çalışmada uzunluk arttıkça; eritrosit ve lökosit sayılarında bir azalma görülmüştür. Hematokrit değer, MCV ve MHC değerlerinde ise bir artış görülmüştür. Bu çalışmada ağırlık arttıkça; lökosit sayıları, hemoglobin miktarı, hematokrit değer ve MCV değerlerinin önce arttığı, daha sonra da azaldığı tespit edilmiştir. MHC ve MCHC değerlerinde ise yükselme olmuştur. Bizim yaptığımız çalışmada ise uzunluk arttıkça eritrosit ve lökosit miktarı, hematokrit, MCV, MCHC VE MHC değerlerinde artış görülmüştür. Ağırlık arttıkça da eritrosit miktarının arttığı, lökosit miktarının ise değişmediği görülmüştür.

Çalışmadaki veriler doğrultusunda elde edilen sonuçlar, aşağıdaki şekilde özetlenmiştir;

Araştırmada Sapanca Gölü'nde bulunan *Cyprinus carpio* balığının çalışılan aylara göre incelendiğinde, bazı özel olmayan (nonspesifik) hematolojik parametrelerde değişimler tespit edilmiştir. 9 ay yapılan çalışmada elde edilen verilerde önemli bir fark görülmemiş, balıklarda tehdit oluşturabilecek herhangi bir durum tespit edilememiştir. Bu sonuçlar Sakarya Su ve Kanalizasyon İdaresi (SASKİ)'nin 2015 yılı su analiz raporlarına bakıldığında da tehdit oluşturacak bir durumun olmadığını ispatlamaktadır. Kış aylarında eritrosit ve lökosit miktarının, hemoglobin ve hematokrit değerlerinin diğer aylara göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeninin gölün sıcaklığıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Mevsimsel farklılıkların gölde bulunan balıkların hematolojik parametrelerindeki değişimlere etkileri değerlendirildiğinde; suların yazın ısınması sonucu sudaki oksijen seviyesinin azalması, balıkların metabolik aktivitesinin artması, ayrıca ısınan sularda mikrobiyal aktivitesinin fazlaşması bu değişimlerin başlıca nedeni olabilir. Ayrıca balıkların hematolojik parametrelerini biyolojik (boy, yaş ve cinsiyet) özelliklerine göre kıyaslama yaparsak, eritrosit, trombosit, hemoglobin, hematokrit, MCH, MCHC ve MCV değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Yapılan çalışmanın daha sonra yapılacak olan çalışmalara örnek teşkil edebileceğini ve balık yetiştiriciliği yapılması planlanan iç sularda su kalitesinin belirlenmesinde bu parametrelerin kullanılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Adedeji, O. B. Taiwo, V. O., Agbede, S. A. 2000. Comparative haematology of five Nigerian freshwater fish species. Nig. Vet. J. Vol. 21, 75-84.
- Adhikari, S. Sarkar, B., Chatterjee, A., Mahapatra, C. T., Ayyappan, S. 2004. Effects of cypermethrin and carbofuran on certain hematological parameters and prediction of their recovery in a freshwater teleost, *Labeo rohita* (Hamilton). Ecotox. Environ. Safe., 58; 220–226.
- Alıcı, M. F. 2012. Atatürk Baraj Gölü'nde Adıyaman şehir atık sularının oluşturduğu kirliliğin *Cyprinus carpio*'daki bazı biyokimyasal parametrelerin kullanılarak değerlendirilmesi. Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Akmirza, A., Tepecik, R. E., 2007. Seasonal variation in some haematological parameters in naturally infected and uninfected Roach (*Rutilus rutilus*) with *Cryptobia tincae*. Journal of Applied Biological Sciences 1 (3): 61-65.
- Altındağ, A. 2006. Kültür Balıkçılığı Ders Notları. 15-16.
- Altun, S., Diler, O. 1999. Yersinia ruckeri ile infekte edilmiş Gökkuşluğu Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) hematolojik incelemeler. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences 23 (1999) 301-309.
- Anonim., <http://tr.wikipedia.org/wiki/Sazangiller>. Erişim Tarihi 29.12.2014.
- Aras, M. Bayır, A., Sirkecioğlu, A. N., Polat, H., Bayır, M., 2008. Seasonal variations in serum lipids, lipoproteins and some haematological parameters of chub (*Leuciscus cephalus*). Ital.J.Anim.Sci. vol. 7, 439-448.
- Atamanlp, M., Yanık, T. 2003. Alterations in hematological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to mancozeb. Turk J.Vet. Anim. Sci. 27 (2003) 1213-1217.
- Atamanalp, M. 2003. Farklı yetiştirme sistemlerinin (Havuz ve Kafes) Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) hemoglobin, hematokrit ve sediment seviyeleri üzerine etkileri. E. U. Su Ürünleri Dergisi 2003, Cilt 20 Sayı (1-2): 81-86.

- Atamanalp, M., Güneş, M. 2002. Tuzla Çayı' nda yaşayan *C. capoeta*' nın hemoglobin seviyesi, eritrosit ve toplam lökosit sayıları üzerine bir araştırma. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi. 33 (3), 297-300, 2002.
- Azizoğlu, A., Cengizler, İ. 1996. Sağlıklı *Oreochromis niloticus* (L.) bireylerinde bazı hematolojik parametrelerin saptanması üzerine bir araştırma. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences 20, 425-431.
- Başusta, A., Şen, D., 2003. Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Chalcalburnus mossulensis* (Heckel, 1843)'in kan parametrelerinin incelenmesi. G.U. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 23, Sayı 1 (2003) 11-21.
- Berkarda, B., Eyüboğlu, H. 1983. Hematoloji Laboratuvar Yöntemleri. Ar Basım Yayım. İstanbul, 347 s.
- Beyer, J. 1996. Fish biomarkers in marine pollution monitoring; evaluation and validation in laboratory and field studies. Norway: Academic thesis, University of Bergen.
- Blaxhall, P.C. ve Daisley, K.W. 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. J. Fish Biol. 5, 771-781
- Bozatlı, A. 1997. Sapanca Gölünün kıyı bölgesi sedimanları üzerinde yaşayan alg topluluklarının mevsimsel değişiminin incelenmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Cameron, J. N., 1970. The influence of environmental variables on the hematology of pinfish (*Lagodon rhomboides*) and striped mullet (*Mugil cephalus*). Comparative Biochemistry and Physiology Volume 32, Issue 2, 15 January 1970, Pages 175-192.
- Campbell, T. W., 2004. Hematology of Lower Vertebrates. 55th Annual Meeting of the American College of Veterinary Pathologists (ACVP) & 39th Annual Meeting of the American Society of Clinical Pathology (ASVCP).
- Catton, W.T. 1951. Blood cell formation in certain teleost fishes. Blood journal. 6:39-60
- Cengizler, İ., Azizoğlu, A., 2000. Seyhan Baraj Gölü ve Seyhan Nehrin de Yaşayan Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758)' larda bazı kan parametrelerinin belirlenmesi. Türk J Vet Anim Sci, 24, 205-214 .
- Çakır, H. 2010. Kişisel Görüşmesi, Adapazarı Büyükşehir Belediyesi, Adapazarı Su ve Kanalizasyon İdaresi Havza Koruma Şube Müdürlüğü.

- Çakır, M. 2010. Sapanca gölünde yoğun yapılaşmadan kaynaklanan evsel atıksu, sanayi atıksu ve yüzeysel akış sularına ilişkin kontrol teknolojilerinin belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Çelik, E.Ş., ve Bircan, R. 2004. Çanakkale Boğazı'ndaki Siyah İskorpit Balığı (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758)'nin hematolojik parametrelerinin belirlenmesi. Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(4), 735-744.
- Çelik, E. S. ve Çakıcı, H., 2005. Çanakkale Boğazı'ndaki Siyah İskorpit Balığı (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758)'nin bazı biyokimyasal kan parametrelerinin belirlenmesi. O.M.U. Zir. Fak. Dergisi, 20(2): 15-23.
- Çelik, E.Ş., Kaya, H., Yılmaz, S., ve Çakıcı, H. 2012. Karagöz İstavrit (*Trachurus trachurus*) Balığının hematolojik parametrelerine su sıcaklığı, tuzluluk, mevsim, üreme, cinsiyet, balık büyüklüğü ve yaşın etkisi. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi. 18 (4): 551-558, 2012 DOI:10.9775/kvfd.2011.5696.
- Çelikkale, M.S. 1991. Balık Biyolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknoloji Yüksekokulu, Genel Yayın No:101,Fakülte Yayın No.1, Trabzon. 286s.
- Dautremepuits, C., Paris - Palacios, S., Betoulle, S. ve Vernet, G., 2004. Modulation in hepatic and head kidney parameters of carp (*Cyprinus carpio* L.) induced by copper and chitosan. Comp. Biochem. Physiol., 137C; 325 – 333.
- Deniz, H. 2007. *Cyprinus carpio* ve *Clarias gariepinus*'da hematolojik parametrelerin Silifke ve Karataş örneklerinde karşılaştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Demir, N. 1996. İhtiyoloji. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi, Cilt No. 2, İstanbul, 365.
- Demir, N. 2009. İhtiyoloji. Nobel Yayın Evi, 4.Baskı, 177.
- Dias, M. T., Affonso, E. G., Oliveria, S. R., Marcon, J. L., and Egami, M. I., 2008. Comparative study on hematological parameters of farmed matrinxa, *Brycon amazonicus* Spix and Agassiz, 1829 (Characidae: Bryconinae) with others Bryconinae Species. Acta-Amozanica Vol:38 No:4 Manaus Dec. 2008.
- Duman, S., Şahan, A. 2014. Kangal (Sivas) Balıklı Çermik Termal Kaplıcası ile Topardıç Deresi'nde (Sivas) yaşayan Benekli Sazan *Cyprinion macrostomus* (Heckel, 1843)'de bazı hematolojik parametreler ve non-spesifik immün yanıtın belirlenmesi. Yunus Araştırma Bülteni 2014 (4): 21-28. ISSN 1303 – 4456.

- Fırat, Ö. Cogun, H. Y., Yüzereroğlu, T. A., Gök, G., Fırat, Ö., Kargin, F., Kötemen Y. 2011. A comparative study on the effects of a pesticide (cypermethrin) and two metals (copper, lead) to serum biochemistry of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Fish Physiol. Biochem., 37; 657-666.
- Folmar, L. C. 1993. Effects of chemical contaminants on blood chemistry of teleost fish: a bibliography and synopsis of selected effects. Environ. Toxicol. Chem., 12; 337-375.
- Geldiay, R., Balık, S. 1996. Freshwater Fishes of Turkey, 3rd. Faculty of Fisheries, Egean University. pp. 48-52.
- Göksu, M.Z.L. 2003. Su Kirliliği. Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi. Yayın No:7 Balcalı, Ankara, Türkiye, 22-108.
- Google Earth., <https://www.google.com.tr/maps/place/Sapanca>. Erişim Tarihi 21.05.2016.
- Grobler, E., Du Perez, H.H., Van Vuren, J. H. J. 1989. The toxic effect of zinc and iron on the routine oxygen consumption of *Tilapia sparmanii* (Cichlidae). Comp. Biochem. Physiol., 94, 1, 207-214.
- Heath, A.G. 1987. Water Pollution and Fish Physiology. CRC Press Inc. Florida. 198-205.
- Heath, A.G., 1995. Water Pollution and Fish Physiology. 2.baskı, CRC Press, Lewis Publishers, New York, 359.
- Jacobson-Kram, D. ve Keller, K. A. 2001. Toxicology Testing Handbook. Marcel Dekker, New York.
- Juneja, C. J., Mahajan, C. L. 1983. Hematological and haemopoietic changes in fish *Channa punctatus* due to mercury pollution in water. Indian J. Anim Res., 17(2); 63-71.
- Karataş, M. Balık biyolojisi araştırma yöntemleri. 1.basım. Nobel kitapevi, 236-332.
- Kandemir, Ş., Doğru, İ.M., Örün, İ., Doğru, A., Altaş, L., Erdoğan, K., Örün, G., Polat, N. 2010. Determination of heavy metal levels, oxidative status, biochemical and hematological parameters in *Cyprinus carpio* L., 1758 from Bafra (Samsun) fish lakes. Journal of Animal and Veterinary Advances 9 (3): 617-622, 2010 ISSN: 1680-5593.
- Kocabatmaz, M., Ekingen, G., 1982. Değişik tür balıklarda kan örneği alınması ve hematolojik metodların standardizasyonu. TÜBİTAK Proje No. VHAG-557., Elazığ; 72.
- Konuk, T. 1981. Pratik Fizyoloji-I. A.Ü. Basımevi. 2. Baskı. Ankara.

- Lahn, E. 1948. Türkiye Göllerinin Jeolojisi ve Jeomorfolojisi Hakkında bir Etüt. MTA Enstitüsü, Yayın serisi B, No: 12.
- Lie, O., Lied, E., Lambertsen, G. 1989. Haematological values and fatty acid composition of erythrocyte, phospholipids in cod (*Gadus morhua*) fed at different water temperatures. *Aquaculture* 79, 137-144.
- Mayer, S. 1998. A review of the scientific justifications for maintaining cetaceans in captivity. (edit. By Frances Clarke). A report for the whale and dolphin conservation society (WDCS). 35 p.
- Moiseenko, T. I. Gashkina, N. A., Sharova, A., Yu, N., Kudriavtseva, L. P. 2008. Ecotoxicological assessment of water quality and ecosystem health: A case study of the Volga River. *Ecotox. Environ. Safe.*, 71; 837- 850.
- Murray R.K. Mayes P.A., Granner D.K., Rodwel V.W. 1993. Harper'in Biyokimyası (Menteş D. ve Ersöz B. çev.). Barış Kitabevi. İstanbul. 26-115.
- Nanba, K. Kakuta, I., Uematsu, K., Murachi, S. 1987. Annual changes in the osmolarity and inorganic ion level ratios between urine and plasma in Carp *Cyprinus carpio*. *Nippon Suisan Gakkaishi: Formerly Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* 53 (6), 913-918.
- Oliveira Ribeiro, C. A., Filipak Neto, F., Mela, M., Silva, P. H., Randi, M. A. F., Rabbito, I. S., Alves Costa J. R. M., Pelletier, E. 2006. Hematological findings in neotropical fish *Hoplias malabaricus* exposed to subchronic and dietary doses of methylmercury, inorganic lead, and tributyltin chloride. *Environ. Res.*, 101; 74–80.
- Öner, M. Atli, G., Canli, M. 2008. Changes in serum biochemical parameters of freshwater fish *Oreochromis niloticus* following prolonged metal (Ag, Cd, Cr, Cu, Zn) exposures. *Environ. Toxicol. Chem.*, 27; 360–366.
- Pohl, P., Sergie, I., Steckha, H. 2009. Determination and fractionation of metals in honey. *Crit. Rev. Anal. Chem.*, 39; 276–288.
- Ranzani-Paiva, M. J. T. Ishikawa, C. M., Campos, B. E. S., Eiras, A. C. 1997. Haematological characteristics associated with parasitism in mullets, *Mugil platanus* Günther, from the estuarine region of Cananéia, São Paulo, Brasil. *Revta Bras. Zool.*, 14(2); 329-339.
- Romanenko, V. D., Yevtushenko, N. Y. 1985. The tissue accumulation of heavy metals and their influence on the biosynthesis in the fish organism. *Symposia Biologica Hungarica*, 29; 299-311.
- Shah, S.L. Hafeez, M.A., Shaikh, S.A. 1995. Changes in haematological parameters and plasma glucose in the fish, *Cyprinion watsoni*, in exposure to zinc and copper treatments. *Pak. J. of Zool.* 24, 50-54.

- Shah, A. W. Parveen, M., Mir, S. H., Sarwar, S. G., Yousuf, A. R. 2009. Impact of helminth parasitism on fish haematology of Anchar Lake, Kashmir. Pakistan Journal of Nutrition 8 (1): 42-45, 2009.
- Sheedy, B. R. Lazorchak, J. M., Grunwald, D. J., Pickering, Q. H., Pilli, A., Hall, D., Webb, R. 1991. Effects of pollution on freshwater organisms. Res. J. Water Control Fed., 63; 619-696.
- Soylu, E. 1986. Sapanca gölünde dip faunanın miktar ve dağılımı hakkında bir çalışma. İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Stafilov, T., Karadjova, I. 2009. Atomic absorption spectrometry in wine analysis: A review. Maced. J. Chem. Chem. Eng., 28; 17-31.
- Svetina, A. Matasin, Z., Tofant, A., Vucemilo, M., Fuan, N. 2002. Haematology and some blood chemical parameters of young Carp till the age of three years. Acta Veterinaria Hungarica 50 (4). Pp. 459-467
- Stollen, S.J. Fletcher, T.C., Rowley, A.F., Zelikof, J.T., Kaattari, S.L., Smith, S.A. 1994. Techniques in Fish Immunology-3. SOS Publication. Virginia- Maryland Regional Collage of Veterinary Medicine Virginia Tech. U.S.A., P. 190.
- Şahan, A. 2000. Seyhan Nehri (Adana Kent içi Bölgesi)'nde yaşayan bazı Cyprinid'lerde hematolojik araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Şahan, A. Altun, T., Çevik, F., Cengizler, İ., Nevşat, E., Genç, E. 2007. Comparative study of some haematological parameters in European Eel (*Anguilla anguilla* L., 1758) caught from different regions of Ceyhan River (Adana, Turkey). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 2007. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences 2007. Cilt/Volume 24, Sayı/Issue (1-2): 167-171.
- Şahan, A. Altun, T., Nevşat, İ.E. 2009. Ceyhan Nehri (Adana Türkiye)'nin farklı bölgelerinden yakalanan bazı Cyprinidae'lerde lökosit hücre tiplerinin belirlenmesi. Journal of Fisheries Sciences.com, 3(2): 134-145 (2009), DOI: 10.3153/jfscom.2009017
- Tanyer, G. 1985. Hematoloji ve Laboratuvar. Ders Kitabı. Ayyıldız A.S. Ankara.109-148.
- Tort, L., Torres, P. 1988. The effects of sub-lethal concentrations of cadmium on haematological parameters in the dogfish, *Scyliorhinus canicula*. J. Fish Biol. 32, 277-282.
- Türkmen, M., Başusta, N., Demirhan, A. S. 2005. Balıklarda Yaş Tayini. Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri Kitabı. Nobel Yayınları, Ankara, 121-147.

- Van Vuren J.H.J., Hattingh J. 1978. A Seasonal Study of the haematology of wild freshwater fish. *Journal of Fish Biology*. 13: 305-313.
- Van Vuren, J.H.J., Van-der Merve, M, M., Du-Preez, H.H. 1994. The effect of copper on the blood chemistry of *Clarias gariepinus*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 29, 187-199.
- Van Der Oost, R., Beyer, J., Vermeulen, N. P. E. 2003. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: A review. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 13; 57-149.
- Wells, R. M. G., Baldwin, J., Seymour, R. S., Christian, K., ve Brittain, T. 2005. *Comparative Biochemistry and Physiology – Part A: Molecular & Integrative Physiology* Volume 141, Issue 1, May 2005, Pages 87-93.
- Williams, P. L., Dusenbery, D. B. 1990. Aquatic toxicity testing using the nematode *Caenorhabditis elegans*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 9; 1285–90.
- Worthmann, H. Sarica, E., Hosanoğlu, A., Yüçetaş, N., Winter, M. 1985. Situation of lake Sapanca from point of view fishery and suggestion for increasing productivity. Istanbul University Faculty of Fisheries, Sapanca Fish Production Unit. 32-41.
- Woo P. T. K. 1996. Protective Immune Response of Fish to Parasitic Flagellates. *Annual Review of Fish Diseases*, Vol. 6, pp. 121-131, Great Britain.
- Yüngül, M., Karaman, Z. 2014. Çelik Gölü'nde yaşayan Yayın Balığı (*Silurus glanis* Linnaeus, 1758)'nda bazı kan parametreleri. *Yunus Araştırma Bülteni* 2014 (1): 23-30. ISSN 1303 – 4456.

ÖZGEÇMİŞ

Müge Alsaran, 13.07.1991'da İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 2009 yılında Halide Edip Adivar Lisesi'nden mezun oldu. 2009 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nü 2013 yılında bitirdi. 2013 yılında Sakarya Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı.

