



**FARKLI DOZLARDA UYGULANAN
2,4-D DİKLOROFENOKSİ ASETİK ASİT'İN
SAZANLARDA (*Cyprinus carpio*) KRİTİK YÜZME
HIZI VE HEMATOLOJİ PARAMETRELERİ
ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Melek TUNA

**Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Muhammet ATAMANALP**

2018

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI DOZLARDA UYGULANAN 2,4-D DİKLOROFENOKSİ
ASETİK ASİT'İN SAZANLARDA (*Cyprinus carpio*) KRİTİK
YÜZME HIZI VE HEMATOLOJİ PARAMETRELERİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Melek TUNA

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM
2018

Her Hakkı Saklıdır



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



TEZ ONAY FORMU

**FARKLI DOZLARDA UYGULANAN 2,4-D DİKLOROFENOKSİ ASETİK
ASİT'İN SAZANLARDA (*Cyprinus carpio*) KRİTİK YÜZME HIZI VE
HEMATOLOJİ PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP danışmanlığında, Melek TUNA tarafından hazırlanan bu çalışma 08/03/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP

İmza:

Üye: Doç. Dr. Göknur ŞİŞMAN AYDIN

İmza:

Üye: Doç. Dr. Gonca ALAK

İmza:

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 22.../03.../2018 tarih ve 12.../.../18..... nolu kararı
ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü**

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI DOZLARDA UYGULANAN 2,4-D DİKLOROFENOKSİ ASETİK ASİT'İN SAZANLARDA (*Cyprinus carpio*) KRİTİK YÜZME HIZI VE HEMATOLOJİ PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Melek TUNA

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Muhammet ATAMANALP

Bu çalışmanın amacı; 2,4-D Diklorofenoksi asetik asit pestisitinin sazanlarda bazı hematolojik parametreler (hemoglobün (HGB), hemotokrit (HCT), eritrosit (RBC), lökosit (WBC), trombosit (PLT), ortalama eritrosit hacmi (MCV), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobün miktarı (MCH), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobün konsantrasyonu (MCHC)) ve yüzme performansı üzerine etkilerini araştırmaktır. Hematolojik parametrelerden lökosit, trombosit, MCV ve MCHC değerleri için doz, zaman ve doz x zaman interaksiyon etkileri önemli olarak belirlenmiştir ($p<0,05$) diğer parametreler içinde ana varyasyon kaynakların etkileri önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Herbisit 2,4-D uygulamalarında, hematolojik parametre değerlerinde zamana ve doza bağılı olarak artış ve azalışlar belirlenmiştir. Diğer taraftan kontrol ve uygulama grupları arasında kritik yüzme hızı önemsiz bulunmuştur ($p<0,05$).

2018, 57 sayfa

Anahtar Kelimeler: 2,4-D Diklorofenoksi asetik asit, sazan, hematoloji, yüzme performansı, kritik yüzme hızı, pestisit

ABSTRACT

THE EFFECTS OF DIFFERENT DOSES OF 2,4-D DICHLOROPHENOXY ACETIC ACID ON CRITICAL SWIMMING SPEED AND HEMATOLOGY PARAMETERS OF CARP (*Cyprinus carpio*)

Melek TUNA

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Muhammet ATAMANALP

The purpose of this study is; investigating the effects of 2,4-D Dichlorophenoxy acetic acid pesticide on some hematological parameters such as hemoglobin (HGB), hematocrit (HCT), erythrocyte (RBC), leukocyte (WBC), platelet (PLT), mean erythrocyte volume (MCV), mean hemoglobin per red blood cell (MCH), mean hemoglobin concentration per erythrocyte (MCHC) and swimming performance of carp. Dose, time and dose x time interaction ($p < 0.05$) for leukocyte, thrombocyte, MCV and MCHC values were found as significant, also the effects of the main variation sources were obtained significant too ($p < 0.05$). 2,4-D herbicide applications, increases, and decreases in hematological parameter values were determined depending on time and dose. On the other hand, critical swimming speed was found to be not significant between control and treatment groups ($p < 0.05$).

2018, 57 pages

KeyWords: 2,4-D Dichlorophenoxy acetic acid, carp, hematology, swimming performance, critical swimming speed, pesticide

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmanın araştırma konusunun belirlenmesi, planlanıp yürütülmesi ve tez haline getirilmesinde bana yol gösteren danışmanım, Sayın Prof. Dr. Muhammet ATAMANALP'e

Hazırlamış olduğum tezin her aşamasında bilgi ve deneyimlerinin yanı sıra manevi desteği ile de yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Harun ARSLAN'a,

Destek ve katkılarından dolayı Doç. Dr. Gonca ALAK ve Yrd. Doç. Dr. Arzu UÇAR'a

Çalışmalarım esnasında gerekli yardımı ve yakın ilgiyi esirgemeyen Su Ürünleri Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Murat ARSLAN başta olmak üzere tüm hocalarım ve arkadaşlarıma,

Eğitim hayatımın her döneminde yanımda olan, yardımlarını ve desteklerini her zaman hissettiren başta değerli babam Hulusi TUNA, annem Nezihe TUNA ve abim Metin TUNA olmak üzere ailemin tüm fertlerine,

Ayrıca manevi destek ve teşviklerinden dolayı nişanlım Muhammet Nuri YILDIRIM'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Melek TUNA

Mart, 2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Herbisitler	3
1.2. 2,4-D (2,4-Diklorofenoksi Asetik Asit)	4
1.3. Balıklarda Hematopoetik Sistem.....	6
1.4. Sazan Balığı (<i>Cyprinus carpio</i>)	8
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
3. MATERYAL ve METOT	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Araştırma yeri.....	15
3.1.2. Su materyali.....	15
3.1.3. Suyun filtrasyon sistemi	16
3.1.4. Araştırma kapları.....	16
3.1.5. Yüzme performansı sistemi.....	17
3.1.6. Balık materyali	19
3.1.7. Kimyasal materyali.....	20
3.1.8. Kan analizinde kullanılan alet, ekipman ve kimyasal maddeler	20
3.1.8.a. Biyokimyasal kan analizinde kullanılan alet ve ekipmanlar	20
3.1.8.b. Kan parametrelerinde kullanılan alet, ekipman ve kimyasal maddeler.....	20
3.2. Metot	21
3.2.1. Su dağıtım düzeneği	21
3.2.2. Deney balıklarının bakım ve beslenmesi.....	22
3.2.3. Pestisitlerin uygulanma şekilleri	22
3.2.4. Yüzme performansının hesaplanması	22

3.2.5. Kan örneklerinin alınması	23
3.2.6. Kan parametreleri analizleri	23
3.2.6.a. Hemoglobin miktarının tayini	23
3.2.6.b. Hemotokrit tayini	24
3.2.6.c. Eritrositlerin sayısının tespiti.....	25
3.2.6.d. Lökosit sayısının tespiti.....	25
3.2.6.e. Trombosit sayısının tespiti.....	25
3.2.6.f. Elde edilen analiz sonuçlarından diğer parametrelerin hesaplanması	25
3.2.7. Otoanalizör cihazı.....	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	27
4.1. Kritik yüzme hızı.....	27
4.2. Hematoloji	28
4.2.1. Hemoglobin miktarı (HGB)	28
4.2.2. Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarı (MCH).....	30
4.2.3. Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC).....	31
4.2.4. Ortalama eritrosit hacmi (MCV)	33
4.2.5. Eritrosit sayısı (RBC)	34
4.2.6. Lökosit sayısı (WBC)	35
4.2.7. Trombosit sayısı (PLT)	37
4.2.8. Hematokrit Sayısı (HCT)	38
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	40
5.1. Kritik Yüzme Hızı.....	40
5.2. Hematoloji Parametreleri	42
5.3. Sonuç ve Öneriler	47
KAYNAKLAR	50
ÖZGEÇMİŞ	58

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

cm	Santimetre
EPA	Çevre Koruma Ajansı
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
DMA	2,4-D Dimetil amin
g	Gram
HCT	Hematokrit sayısı
HGB	Hemoglobin miktarı
l/L	Litre
LC₅₀	Deney hayvanlarının yarısını öldüren konsantrasyon
LD₅₀	Deney hayvanlarının yarısını öldüren doz
MCH	Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu
MCHC	Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarı
MCV	Ortalama eritrosit hacmi
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
PLT	Trombosit sayısı
ppm	Milyonda bir kısım (w/v)
RBC	Eritrosit sayısı
sn	Saniye
WBC	Lökosit sayısı
WHO	World Health Organization
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Diclorofenoksi Asetik Asit (2,4-D) in moleküler yapısı	6
Şekil 1.2. Pullu sazan (<i>Cyprinus carpio</i>)	9
Şekil 3.1. Araştırma tankları	17
Şekil 3.2. Yüzme performansı sistemi	18
Şekil 3.3. Yüzme performansının gerçekleştirildiği kabin	18
Şekil 3.4. Balıklardan kanın alındığı bölge.....	23
Şekil 4.1. Farklı dozlarda uygulanan pestisitlerin sazanların (<i>Cyprinus carpio</i>) kritik yüzme hızı üzerine etkisi.....	28
Şekil 4.2. Deneme gruplarına ait hemoglobin düzeyleri (g/100ml).....	29
Şekil 4.3. Deneme gruplarına ait MCH düzeyleri (pg).....	31
Şekil 4.4. Deneme gruplarına ait MCHC düzeyleri (g/ml).....	32
Şekil 4.5. Deneme gruplarına ait MCV düzeyleri (μm^3)	34
Şekil 4.6. Deneme gruplarına ait eritrosit düzeyleri ($10^6/\text{mm}^3$).....	35
Şekil 4.7. Deneme gruplarına ait lökosit düzeyleri ($10^4/\text{mm}^3$)	36
Şekil 4.8. Deneme gruplarına ait trombosit düzeyleri ($10^3/\text{mm}^3$).....	38
Şekil 4.9. Deneme gruplarına ait hematokrit düzeyleri (%)	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Sazan (<i>Cyprinus carpio</i>)’nin sistematikteki yeri	9
Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan suyun kimyasal özellikleri	16
Çizelge 3.2. Yüzme performansı sisteminin yapısal özellikleri	19
Çizelge 3.3. Cyanmethemoglobin metoduyla hemoglobinin tayini.....	24
Çizelge 4.1. Kritik yüzme hızı (bl/sn) değerine ait varyans analiz tablosu	27
Çizelge 4.2. Yüzme performansına ait ortalama $\pm$ SH değerleri	27
Çizelge 4.3. Hemoglobin değerine ait varyans analiz tablosu	29
Çizelge 4.4. Hemoglobin değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri	29
Çizelge 4.5. MCH değerine ait varyans analiz tablosu.....	30
Çizelge 4.6. MCH değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri	30
Çizelge 4.7. MCHC değerine ait varyans analiz tablosu	31
Çizelge 4.8. MCHC değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri	32
Çizelge 4.9. MCV değerine ait varyans analiz tablosu.....	33
Çizelge 4.10. MCV değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri	33
Çizelge 4.11. Eritrosit değerine ait varyans analiz tablosu.....	34
Çizelge 4.12. Eritrosit değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri	35
Çizelge 4.13. Lökosit değerine ait varyans analiz tablosu.....	36
Çizelge 4.14. Lökosit değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri.....	36
Çizelge 4.15. Trombosit değerine ait varyans analiz tablosu	37
Çizelge 4.16. Trombosit değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri	37
Çizelge 4.17. Hematokrit değerine ait varyans analiz tablosu.....	38
Çizelge 4.18. Hematokrit değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri.....	39

1. GİRİŞ

Dünya üzerindeki sular; evsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetler sonucu oluşan atıksu kaynaklarından dolayı büyük oranda kirlenmektedir. Bu nedenlere bağlı olarak ortaya çıkan kimyasal etkilere maruz kalan suların %71'i kirlenmektedir. Kimyasal etkilere maruz kalan suların %99'u birçok biyoçeşitliliği içerisinde barındıran deniz ve okyanuslardan oluşmaktadır. Sucul ortamda, virüsten balınaya kadar çeşitli canlı türü bulunmaktadır. Yaşamın temelini suda atılması ve dünya oksijen düzeyinin ayarlanmasında, sudaki en küçük planktonun bile payının olması, sucul ekosistemi nedenli önemli hale getirdiğini ortaya koymaktadır (Küçükyılmaz vd 2016).

Su ürünleri, sağlıklı beslenme üzerindeki rolü, sanayide hammadde temini, kırsal kalkınmaya olan etkisi ve doğal kaynaklardan daha fazla yararlanma ile sucul ekosistemin sürekliliğinin sağlanması hususlarında büyük bir öneme sahiptir. Balık yetiştiriciliği ihtiyaç duyulan omega-3 yağ asidi açığının kapatılmasında önemli bir etken haline gelmiştir. Sağlıklı beslenmenin farkında olan toplumlar ihtiyaç duydukları hayvansal proteinin önemli bir bölümünü sucul ekosistemde yaşayan canlılar tarafından karşılamaktadırlar (FAO 2016).

Balık yetiştiriciliğinin her geçen gün artması ile birlikte ürünlerin kalitesi ve miktarı yetiştirildikleri bölgedeki sucul ortamların temizliğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. İçerisinde kirlilik muhteva eden sucul ortamlarda yetiştirilen ürünlerin miktarı ve kalitesi etkilendiği gibi, bu alanlarda oluşan kirlilik doğrudan veya dolaylı olarak birçok probleme zemin hazırlamaktadır. Kirlilikten etkilenen sucul ortamlarda oluşması muhtemel zararlıların kontrolünde biyositlerin kullanımı önemli bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Pala 2013).

Pestisitler toksik etkiye sahip organizmaları yok etmek, popülasyonları kontrol altında tutmak veya zararlı etkilerini en aza indirmek için yaygın olarak kullanılan kimyasallardır. Bu kimyasallar her ne kadar zararlı organizmalarla mücadele etmek

amacıyla üretilmiş olsalar dahi başta toprak ve su olmak üzere belirli konsantrasyonların üzerinde kullanıldıkları bütün ortamlarda etkilerini hissettirmektedirler. İnsanoğlu her geçen gün artan nüfusun etkisiyle ihtiyaç duyulan gıda gereksinimlerini karşılayabilmek adına yeni tarım arazilerini açmakta ve zararlı organizmalarla mücadele ederek üretimde verimi artırmaya çalışmaktadır. Fakat bunu yaparken hem çevreye hem de kendisine zarar vermektedir. Çevreye bırakılan bütün kimyasal maddeler doğrudan ve dolaylı yollarla ekosistemlere ve insanlara ulaşmaktadır (Hansoy 2010).

Zararlı canlılarla mücadele amacıyla kimyasalların tüketimi eski tarihlere uzanmaktadır. M.Ö. 1500’li yıllara ait bir papirüs üzerinde eşek arıları, bit ve pirelere karşı ilaçların hazırlandığına dair kalıntılar bulunmuştur. 19. yy’da zararlılara karşı cansız pestisitler kullanılmış, 1940’lardan sonra kimyasal üretiminde organik kimyadan faydalanılarak, DDT ve iyi bilinen insektisit (böcek öldüren) ve herbisitler (otları öldüren) keşfedilmiştir (Çolak ve Cengiz 1989).

Pestisitler, kimyasal özelliklerine ve hedefledikleri türlere göre sınıflara ayrılmaktadırlar (Chau and Afghan 1982).

Hedefledikleri türlere göre sınıflandırma aşağıdaki gibidir (Öncüer 1995).

- a) Herbisit (otları öldüren)
- b) İnsektisit (böcek öldüren)
- c) Mollussitit (yumuşakçaları öldüren)
- d) Algisit (algleri öldüren)
- e) Fungusit (fungusları öldüren)
- f) Rodentisit (kemirgenleri öldüren)
- g) Akarisit (akarları öldüren)
- h) Nemasit (nematodları öldüren)
- i) Afisit (yaprak bitlerini öldüren)
- j) Bakterisit (bakterileri öldüren)
- k) Avisit (kuşları öldüren)

Kimyasal özelliklerine göre sınıflandırılması ise aşağıdaki gibidir:

1. Herbisit asitler: 2,4-D, 2,4,5-T
2. Piretiroidler: Deltametrin, Sipermetrin
3. Karbamatlı pestisitler: metomil, Karbaril
4. S-triazinler: atrazin, simazin
5. Organoklorürlü pestisitler: DDT, BHC
6. Üre herbisitler: dinuron, linuron
7. Organofosforlu pestisitler: paration, klorprifoz
8. Diğerleri: organo-civa ve kalay bileşikleri.

Kimyasallar; yağmur suları, akıntı, canlı ve cansız parçalar halinde sucul ekosisteme ulaşırlar. Kimyasalların lipofilik olmaları, hidrofobik olmaları, biyolojik ve kimyasal parçalarının az olması, biyolojik dokularda birikmelerini sağlayarak besin zincirinin sonunda bulunan organizmalardaki konsantrasyon değerlerini arttırmaktadır (Atamanalp ve Yanık 2001; Mwevura *et al.* 2002).

Sucul ekosistem; sanayide, tarımsal ve evsel ortamlarda kullanılan zehirli kimyasallar tarafından her zaman kirlenmektedir (Begum 2004). Kimyasalların yüksek oranlarda tüketilmesi sucul ortamlarda yaşayan tüm canlılara tehdit unsuru olmaktadır. Gıda sektöründe büyük öneme sahip balıklarda kimyasal etkilerin araştırılması, insan sağlığı açısından kimyasalların zararlı etkilerinin belirlenmesinde çok önemli gösterge oluşturmaktadır (Begum and Vijayaraghavan 1996).

1.1. Herbisitler

Zararlı bitkileri ve zehirli otları arındırmak için tüketilen zirai ilaçlara herbisit denir. Herbisitler bitkilerdeki etkilerine göre ikiye ayrılırlar:

1. Non-selektif herbisitler (Seçici Olmayan): Bütün bitki türlerini etkileyen herbisitlere denir.

2. Selektif herbisitler (Seçici): Belirli türdeki bitki için zehirli özellik taşıyan, farklı tür bitkiler için zehirli özellik taşımayan herbisitlere denir. Herbisitler bitkilerde kullanım ve etki yerlerine göre üç gruba ayrılır:

- a. Sistematik herbisitler: Bitkinin vasküler sisteminne yayılarak bitkiye zarar vermektedir. Bu türdeki herbisitler bitkinin yaprak ve köküyle temas halinde olduğu için kısa sürede bitkinin damarları tarafından emilmektedir. Kolorofenoksiasetik asit türevleri bu gruba örnek verilebilir.
- b. Kontakt herbisitler: Bitki yaprak ve gövdesi ile etkileşim halinde iken bitkiye zararı dokunmaktadır. Bipiridil herbisitler örnek olarak verilebilir.
- c. Bitkinin kök sistemini etkileyen herbisitler: Topraėa karıştıran herbisit zararlı bitki tohumlarını yok eder. Arsenik asit örnek olarak verilebilir (Vural 1996).

Ayrıca herbisitler etkilerine göre; solunumu inhibe edenler, bitki büyümesini inhibe eden, fotosentezi inhibe eden, biyolojik işlevleri inhibe eden olmak üzere dört sınıfa ayrılır. Engellenen biyolojik işlevler; nükleik asit sentezi, karotenoid sentezi, aminoasit sentezi, lipid sentezi ve hücre bölünmesidir (Ecevit vd 1999).

1.2. 2,4-D (2,4-Diklorofenoksi Asetik Asit)

2,4-D zirai ve zirai olmayan alanlarda kullanılan bir herbisit olup ülkemizde de kullanılmaktadır. Tüm dünyada 300 milyon doları aşan ve büyük bir pazara sahip olduğu bildirilmiştir (EPA 2016).

Halka açık alanlardaki çimlerde ve tarım arazilerinde, yol kenarlarında geniş yapraklı bitkilerle akuatik bitkilerin kontrolünde oldukça tercih edilir. Çok geniş bir yayılım alanı olduğu için insan ve evre sağlığı açısından tehdit oluşturmaktadır (RED 2005).

2,4-D (Diklorofenoksi Asetik Asit) beyaz pudra halindedir ve klorlandırılmış fenoksi asit grubuna girmektedir. 2,4-D amin ve ester tuzları olarak kullanılmaktadır. Asit ticari amaçlı tek başına kullanılamaz. 2,4-D'nin ester formu, buharlaşma ile yok olacağından

dolayı amin tuzlarının kullanımı daha fazladır. Ayrıca, kil ve organik madde miktarı yönünden fazla olan topraklarda, herbisit yoğunluğunda emilim nedeni ile daha fazla tutulması gerekmektedir. Bundan dolayı karışık tarımın yapıldığı bölgelerde kullanılması uygun değildir (Tepe 1997).

2,4-D bitki büyüme hormonları olan oksinleri taklit edip bitki dokularında uzun süre kalan kimyasaldır. Bitki büyümesini hızlandırmaktadır. Fakat bitkilerin iletim sistemlerinin anormal büyümesinden ötürü bloke olmasına ve böylece ölmelerine neden olmaktadır (Hess 1993). 2,4-D bitkilerin yapraklarına uygulanabilir, fakat kök ve gövdeden de absorbe olur. Bu kimyasalın topraktaki yarı ömrü 1-2 haftadır, suda ise 1-3 haftayı bulmaktadır (ETN 1996).

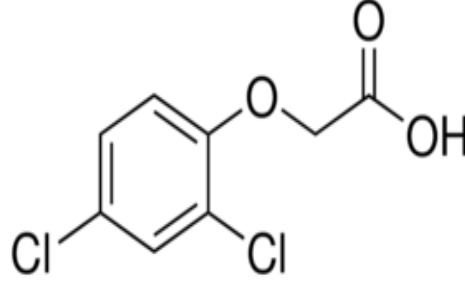
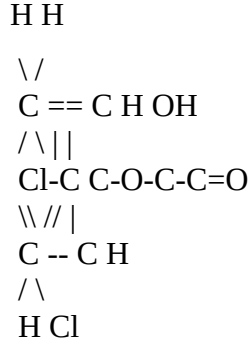
Söz konusu kimyasal farklı formlardaki bileşikler halinde bulunabilir. Saklama ve taşıma koşulları, içerdiği aktif maddeye göre değişkenlik göstermektedir. Uygun saklama koşulları altında 1-2 yıl ya da daha fazla süre saklanabilir (FAO 2016).

Genel adı: 2,4-Diklorofenoksi asetik asit

Kapalı formülü: $C_8H_6Cl_2O_3$

Moleküler ağırlık: 221,04 mg/l

2,4-D'nin ester formu,



Şekil 1.1. Diklorofenoksi Asetik Asit (2,4-D) in moleküler yapısı

2,4-D asitlerinin topraktaki yarı ömrü, 17-25°C sıcaklık aralığında 2-12 gündür. Bu süre maddenin DMA formu için biraz daha fazla olmaktadır. DMA formunun orman arazisi için yapılan uygulamalarda yarı ömrü 39 gün olarak rapor edilmiştir (Anonim 2001).

2,4-D'nin toprakta yarılanmasına neden olan faktörlerin başlıcaları; sıcaklık, nem ve topraktaki mikroorganizmaların aktiviteleridir. Kimyasal reaksiyonlar ve pek çok metabolik süreç, artan her 10°C sıcaklık miktarı için kendini ikiye katlar, bir diğer ifade ile 2,4-D'nin çözünmesi 30°C'de 15°C'de olduğunun iki katıdır (Johnson *et al.* 1995).

Sucul ekosistemde 2,4-D'nin çözülmesine, sedimentte bulunan mikroorganizmaların faaliyetleri büyük ölçüde etki etmektedir. 2,4-D asit formu, sedimentte mikroorganizmaların bulunmadığı durumlarda suda oldukça kalıcıdır (Anonim 2001).

1.3. Balıklarda Hematopoetik Sistem

Balıkların kanı türlere göre değişmekle birlikte genellikle omurgalılara göre daha az miktardadır. Ortalama kan miktarları 2-4 ml/100g balık ağırlığına göre daha fazla olmaktadır. Petromyzontidae'lerde 8,5 ml/100g, Myxinidae'lerde 17 ml/100g, Elasmobranchi'lerde 6-8 ml/100g, salmon'larda 5-7 ml/100g kan olduğu belirtilmiştir (Timur 2008). Balıklarda kan, kan hücreleri ve plazmadan oluşur. Berrak bir sıvı olan plazmanın içinde kan hücrelerinden ayrı olarak erimiş halde inorganik iyonlar, kan

proteinleri, amino asitler, glikoz, lipoitler, enzimler, atılacak maddeler, erimiş gazlar ve vitaminler bulunur (Demir 2006; Timur 2008).

Balıklarda kan oluşumu çeşitli organlarda gerçekleşmektedir. Eritrositler (RBC), balıklarda böbrek ve dalakta şekillenirler. Lökositler (WBC), kıkırdaklı balıklarda özel leyding organında oluşmakta, kemikli balıkların çoğunda ise böbrekte oluşmaktadır. Bu organ genellikle sindirim borusunun çeperiyle ilişkilidir ve özofagus boyunca bulunmaktadır. Diğer balıklarda mezenterium, orbita (göz çukurları), meninks ve kraniyum'un tabanı gibi çeşitli yerlerde benzeri doku bulunabilir. Bazı türlerde dalakta trombositler oluşmaktadır (Demir 2006; Timur 2008).

Balıkların kan hücreleri eritrositler, lökositler ve trombositler olmak üzere, başlıca üç tiptir. Eritrositler, karakteristik renklerini, renksiz olan protein globin ve demir kapsayan kırmızı-sarı pigment "hem"den oluşan hemoglobinden almaktadır. Bazı türlerde birden fazla hemoglobin tipi bulunmaktadır. Eritrositler, balık kanında çok fazla sayıda bulunan kan hücresi olup önemli görevleri içerdikleri, hemoglobin sayesinde solungaçlardan dokulara oksijen (O_2) ve dokulardan solungaçlara karbondioksit (CO_2) taşımalarıdır. Eritrositlerin %33'ünü oluşturan ve solunum pigmenti olan hemoglobin oksijen (O_2) ve karbondioksit (CO_2) taşıma dışında kan pH'nın sabit tutulmasında da tampon görevi yapmaktadır. Balık kanında hemoglobin konsantrasyonu g/100ml olarak ifade edilmekte ve genellikle 7-10 g/100ml arasındadır. Hematokrit kan hücreleri hacminin kan hacmine oranıdır. Anemi, polistemi durumlarını belirlemek için hematokrit değeri saptanır. Hematokrit değer, plazma hacmine ve alyuvar büyüklüğüne bağlıdır. Alyuvarlar ve dolayısıyla hematokrit ve hemoglobin konsantrasyonu mevsime, ısıya ve balığın sağlığına göre değişir (Yılmaz 1984; Yiğit 2001; Demir 2006; Timur 2008; Girgin 2010).

Lökositler, vücudun hastalıklara karşı önemli savunma mekanizmasını oluşturur. Lökositler, eritrositler gibi çok olmayıp genel itibari ile balıkların yarısından fazlasında mm^3 'te 150.000'den düşüktür. Tek bir türde bile sayıları büyük farklılıklar

göstermektedir. Örneğin sazan (*Cyprinus carpio*) sayılarında 32.000 ile 146.000 arasında değişiklikler olduğu belirtilmiştir (Noyan 2008; Timur 2008).

Kan değerleri balığın sağlığının belirlenmesinde oldukça büyük öneme sahiptir (Clauss *et al.* 2008; Adeyemo *et al.* 2009). Ayrıca canlıdaki farklılıkları doğru bir şekilde gösteren, farklı ekolojik ortamlarda yaşayan balıkların hastalıkların tespitinde ve metabolizmalarında önemlidir (Clarence and Hickey 1982; Başusta and Şen 2003). Hematolojik ve immünolojik parametreler balık sağlığı açısından önemli değer olarak kabul edilir (Swicki *et al.* 1994). Balıklar parazit, bakteri, su sıcaklığı, oksijen miktarı, pH vb. gibi ekolojik faktörler sonucu kan değerlerinde değişimler gözlenen soğukkanlı canlılardır. Balıklardaki hematolojik parametreler iklimsel değişiklik ve su sıcaklıklarıyla ilişkili olarak mevsimsel değişikliklerin etkisiyle de farklılık göstermektedir (Atamanalp ve Yanık 2003).

1.4. Sazan Balığı (*Cyprinus carpio*)

Dünyadaki balık familyaları içerisinde en fazla türe sahip olan familya sazangiller (*Cyprinidae*)'dir. Bu ailenin en karakteristik türü *Cyprinus carpio* dünya'da çok fazla üretilen ve yetiştiricilikte alabalıktan sonra gelen tatlı su türüdür (Şekil 1.2). Ülkemizde Marmara, Karadeniz, Doğu Anadolu, Ege ve İç Anadolu'nun büyük kısmına yayılmıştır (Çelikkale 2002).

Sıcak sularda ve ılıman bölgelerde yaşayan sazan türleri, sıcaklığın 1°C olduğu sularda bile yaşamını sürdürebilmektedir. Sıcaklığın 4-30°C arasında olduğu bölgelerde bile kolaylıkla yaşamını devam ettirebilen sazan türlerinin en iyi gelişim sağladığı sıcaklık 24-26°C'dir. Adaptasyon yeteneği, yetiştiricilik şartlarına kolay uyum sağlamasının yanında, sazanı yetiştiricilik konusunda öne çıkaran özellik beslenme alışkanlığıdır. Otuç beslenen sazanlar bitkisel proteinleri hayvansal proteinlere çevirerek insan beslenmesinde önemli bir besin maddesi olarak tüketilmektedir (Çelikkale 2002).



Şekil 1.2. Pullu sazan (*Cyprinus carpio*)

Çizelge 1.1. Sazan (*Cyprinus carpio*)'nin sistematikteki yeri (Anonim 2017)

Alem:	Animalia
Şube:	Chordata
Sınıf:	Actinopterygii
Takım:	Cypriniformes
Familya:	Cyprinidae
Cins:	Cyprinus
Tür:	<i>Cyprinus carpio</i>

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Trichlorfonun sazan balığı (*Cyprius carpio*) üzerindeki, bazı hematolojik parametrelere olan etkileri incelenmiştir. Trichlorfon etkisine maruz bırakılan balıklarda eritrosit sayısı (RBC), lökosit sayısı (WBC), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarı (MCH), hemoglobin miktarı (HGB), ortalama eritrosit hacmi (MCV) ve eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) gibi parametrelerde kontrol grubuna göre azalışların meydana geldiğini rapor edilmiştir (Pala 2013).

Sazan balıkları (*C. carpio*) 1 gün süreyle lindanenin 0,38 ppm'lik dozuna maruz bırakılmıştır. Kimyasala maruz bırakılan balıklarda MCV, MCH, MCHC, hemoglobin, hemotokrit ve eritrosit değerlerinde kontrol grubuna nazaran düşüşlerin olduğu, lökosit sayısında ise artışın meydana geldiği rapor edilmiştir (Saravanan *et al.* 2011).

Üç ay boyunca simazin pestisitinin farklı dozlarına maruz kalan sazan balıklarının (*C. carpio*) kan parametre değerleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde eritrosit başına düşen ortalama (MCH), (MCHC), (HGB), (MCV), (HCT), (WBC) gibi kan parametreleri değerlerinde azalmaların meydana geldiği bildirilmiştir (Velisek *et al.* 2012).

Sazanların (*C. carpio*) 35 gün süre ile metil parathion kimyasalının sub-letal konsantrasyonuna maruz bırakılması sonucunda, kan parametrelerden (HGB), (HCT), (RBC) ve plazma protein değerlerinde azalma meydana geldiği kaydedilmiştir (Abhijith *et al.* 2012).

Doksan gün boyunca farklı dozlarda verilen terbütrinin sazan balığında (*C. carpio*) hematolojik parametrelerin araştırıldığı çalışmada balıkların lökosit sayısı ve ortalama eritrosit hacminin azaldığı bildirilmiştir (Velisek *et al.* 2011).

Sazan balığı (*C. carpio*) fingerlinglerine pestisit histopatolojik, hematolojik ve biyokimyasal etkileri denenmiştir. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular ile propoxurun subletal dozunun balıkların dolaşım sisteminde bozukluklara yol açtığı bildirilmiştir (Ayhan 2011).

Atamanalp ve Parlak (2017) Alfa-sipermetrinin toksik etkilerinin araştırıldığı çalışmada, gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) 3 farklı konsantrasyona maruz bırakılmıştır. Çalışma sonunda, hematolojik parametrelerden hemoglobin, lökosit, trombosit, MCV, MCH ve MCHC değerleri istatistiki olarak çok önemli bulunurken, hematokrit, sedimentasyon ve eritrosit değerlerinin ise önemsiz olduğunu rapor etmişlerdir.

Bakır sülfat pentahidrat ($\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)'ın 2 farklı doz uygulamasının 0, 14, 28. gün etkilerinin araştırıldığı çalışmada, materyal olarak gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda gökkuşağı alabalığı için kullanılan farklı dozların ve uygulama süresinin, kan parametrelerinde olumsuzluklara neden olduğu bildirilmiştir (Yeğin 2013).

Malathionun farklı dozlarına maruz bırakılan Nil tilapyası (*Oreochromis niloticus*) balıklarında hematolojik ve biyokimyasal değerler incelenmiş, malathiona maruz kalan balıklarda eritrosit sayısının, hematokrit ve hemoglobin değerininin düşüş gösterdiği bildirilmiştir (Al-Ghanim 2012).

Asetoklor ve glifosat pestisitlerinin sub-letal dozlarına maruz bırakılan gökkuşağı alabalıklarında, yüzme performansı (kritik yüzme hızı) ve kan parametreleri (MCV, MCH, Fe, Cl, LDH) incelenmiştir. Çalışma sonunda pestisit uygulaması, kritik yüzme hızı, LDH, ALB, ortalama eritrosit hacmi ve trombosit sayısı üzerine önemli etki ettiği rapor edilmiştir (Arslan 2015).

Kurşun nitratin 4 günlük LC_{50} değerinin tespiti için, sazan balığı (*C. carpio*) üzerinde yapılan çalışma sonucunda, kurşun nitratin letal konsantrasyonuna maruz kalan

balıklarda hematokrit sayısı ve lökosit sayısı değerlerinde farklılıklar görülmediği, hemoglobinin miktarı değerinde ise farklılık görüldüğü rapor edilmiştir (Döngel 2010).

SDS (Sodium Dodecyl Sulphate) maddesinin 2 farklı doz uygulamasının etkilerinin araştırıldığı çalışmada, materyal olarak gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) kullanılmıştır. Uygulama periyodu sonucunda yüzme performansı, kan parametreleri ve bazı enzim aktivite değerleri incelenmiştir. Kan parametrelerden hemoglobin miktarı (HGB), hematokrit sayısı (HCT), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarı (MCH), ortalama eritrosit hacmi (MCV) ve lökosit sayısı (WBC) değerlerinin SDS'den etkilendiği belirtilmiştir. Eritrosit sayısı, eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), eritrosit sedimentasyon oranı ve trombosit sayısı (PLT) bakımından gruplar arasındaki farkın önemli olduğu bildirilmiştir (Esenbuğa 2013).

Benekli sazan (*Cyprinion macrostomus*) balıkları üzerinde yapılan çalışma sonucunda, eritrosit sayısı, lökosit sayısı, hemoglobin miktarı, hematokrit sayısı gibi parametrelerinin, Topardıç deresi'nde yazın artış, kışın ise düşüş olduğunu, eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarı ve ortalama eritrosit hacmi değerlerinde kışın artış, yazın ise düşüş olduğunu, eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu seviyesinde herhangi bir değişiklik olmadığı rapor edilmiştir (Duman vd 2014).

Alfa sipermetrinin toksik etkilerinin araştırıldığı çalışmada, materyal olarak gökkuşağı alabalıkları (*O. mykiss*) kullanılmıştır. Çalışma periyodu sonucunda bazı kan parametreleri incelenmiştir. Hematolojik parametrelerden hemoglobin, hematokrit, eritrosit, lökosit, trombosit, MCH, MCHC değerlerinin alfa sipermetrinden etkilendiği belirtilmiştir (Parlak 2016).

Cypermethrinin *Capoeta capoeta*'nın hematoloji değerleri üzerine yaptıkları çalışmada, hematokrit sayılarında düşme, sediment seviyelerinde ise artış olduğunu bildirmişlerdir (Atamanalp ve Cengiz 2002).

Türkmen vd. (2004) LAS (alkylbenzene sulphonate) kimyasalının sub-letal konsantrasyonlarının gökkuşağı alabalığında (*O. mykiss*) kan parametreleri ile ilgili yaptıkları çalışmada, kimyasal uygulaması sonrasında eritrosit sayısının arttığını bildirmişlerdir.

Sülfamerazin'in gökkuşağı alabalığında (*O. mykiss*) kan parametre değerleri ve biyokimyası üzerine yapmış olduğu etkilerin araştırıldığı çalışma sonucunda balıkların hematokrit değerlerinde, eritrosit ve lökosit sayılarında, hemoglobin, MCH ve MCHC değerlerinde azalmaların meydana geldiği bildirilmiştir (Sağlam ve Yonar 2009).

İki farklı su kaynağı içerisinde karşılaştırılan sazan familyasına ait yassı kafalı golyan balıkları (*Pimephales promelas*) ile yapılan araştırmada, 90 ve 180 gün boyunca balıkların bulundukları ortamdaki çeşitli pestisit, organik ve inorganik kimyasallara maruz kalmaları neticesinde hayatta kalma, büyüme ve yüzme performansı parametrelerinde farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir (Depeyster *et al.* 1993).

Kocabaş sazan balığı (*Labeo rohita*) ile yaptıkları çalışmada, fenvaleratın sub-letal konsantrasyonuna maruz bırakılan balıkların hematolojik ve biyokimyasal parametrelerini incelemişlerdir. İnsektisit maddeye maruz kalan balıklar kontrol grubu ile kıyasla RBC, HGB, MCHC ve kan glikoz seviyelerinde artış, WBC, MCV, HCT seviyelerinde ise düşüş olduğu bildirilmiştir (Prusty *et al.* 2011).

Gholami-Seyedkolaei *et al.* (2013) glifosatın sazanlarda (*C. carpio*) hematolojik parametreler üzerine olan etkileri 4 farklı konsantrasyonlarda çalışılmış, eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarının (MCH) ve ortalama eritrosit hacminin (MCV) artış gösterdiği, hemoglobin miktarı (HGB), hematokrit sayısı (HCT), eritrosit sayısı (RBC) ve lökosit sayısı (WBC) gibi kan parametrelerinin azaldığını rapor etmiştir.

Bir herbisit olan 2,4-D Diklorofenoksi asetik asitin gökkuşağı alabalığının (*O. mykiss*) bazı hematolojik parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Hematolojik parametrelerden lökosit, trombosit, MCV ve MCHC değerleri için doz, zaman ve doz x

zaman interaksiyon etkilerinin çok önemli olduğunu, diğer parametreler için sadece zaman ve dozun önemli olduğunu bildirmiştir (Karadaş 2016).

Tilapia (*O. niloticus*) balığında hemotokrit ölçümler değerlendirildiği çalışmada, fenitrothionun etkisinde kalan balıkların hematokrit değerlerinde azalma olduğu rapor edilmiştir (Karasu vd 2009).

Kirleticilere maruz kalan sazan balığı (*C. carpio*) karbonhidrat depoları azalacağından, maksimum yüzme hızında önemli şekilde azalma olduğu ve sinir sistemini etkileyen maddelerin kritik yüzme hızı da dahil bütün vücudun enerji metabolizmasını da etkileyeceğini bildirilmiştir (Heat 1995).

Bakıra maruz bırakılan kahverengi alabalık (*Salmo trutta*) yüzme performansı değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda kritik yüzme hızı ölçülen balıklarda yüzme performansında önemli derecede azalma olduğu gözlenmiştir (Beaumont *et al.* 1995).

Gökkuşığı alabalığında (*O. mykiss*) ve sazangillerde yüzme performansı ve solunum üzerine bakırın subletal dozlarının etkisinin araştırıldığı bu çalışmada sazangillerin bakır toksisitesine karşı yüzme performansında ve solunum davranışında alabalıktan daha dirençli olduğu rapor edilmiştir (Boeck *et al.* 2006).

Gökkuşığı alabalığında (*O. mykiss*) yüzme performansı üzerine bakırın etkisinin araştırıldığı çalışmada kritik yüzme hızında olumsuzluklara neden olduğu, oksijen tüketiminin azalarak enerji tüketiminin arttığı bildirilmiştir (Waiwood and Beamish 1978).

Oksijen tüketimi ve yüzme performansının değerlendirildiği bir çalışmada gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) pyrethroid pestisitinin subletal konsantrasyonuna maruz bırakılmıştır. Çalışma sonuna oksijen tüketiminin ve kritik yüzme hızının önemli derecede azaldığı rapor edilmiştir (Hughes and Biro 1993).

3. MATERİYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri

Araştırmanın deneme kısmı, Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Akvaryum Balıkları Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan Toksikoloji Deneme Ünitesinde yapılmıştır. Laboratuvar analizi ise Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarlarında yürütülmüştür.

3.1.2. Su materyali

Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Akvaryum Balıkları Üretim ve Araştırma Merkezindeki mevcut şehir şebekesinden gelen su, borular yardımı ile büyük bir tanka alınıp hava motoru ve hava taşı yardımı ile oksijen seviyesi artırılmış, içindeki zararlı uçucu gazlar giderilmiştir (Atamanalp 2000).

Filtre sisteminden gelen su, kg balığa 0,5 l/dk.'dan az olmamak koşuluyla tanklara dağıtılmıştır (Çelikkale 1994). Araştırma boyunca su sıcaklığı $11,5 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$ olarak bulunmuştur. Araştırmada kullanılan suyun kimyasal analizi Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan suyun kimyasal özellikleri

Magnezyum (Mg)	8.83 mg/l
Sülfat (SO ₄)	10.34 mg/l
Kalsiyum (Ca)	31.13 mg/l
Sodyum	4.58 mg/l
Potasyum	2.99 mg/l
Klor	17.75 mg/l
Nitrat (NO ₃)	7.74 mg/l
Nitrit (NO ₂)	< 0.002 mg/l
pH	8.01
Elektriki İletkenlik	276 µs
Askıda Katı Madde	-
Karbonat	120 mg/l
Bikarbonat	146.4 mg/l
Bor	0.17 mg/l
Sertlik	10 Fr
Demir	< 0.2

3.1.3. Suyun filtrasyon sistemi

Klorun giderilmesi için su, ana borudan 1 tonluk plastik bir tanka verilmiştir. İçerisine hava taşı konularak oksijen düzeyinin artması sağlanmıştır. Su içerisinde oluşan kirliliğin, tankın dip kısmına çökmesi sağlanmış ve tankın üst kısmından araştırma kaplarına tahliye edilmesi gerçekleştirildi (Arslan 2015).

3.1.4. Araştırma kapları

Araştırmada 1 m çap ve 1 m derinliği olan, su tahliyesi eğik boru sistemiyle yapılan fiberglas tanklar kullanıldı (Arslan 2015).



Şekil 3.1. Araştırma tankları

3.1.5. Yüzme performansı sistemi

Kritik yüzme hızı, balıkların yüzme hızının ölçümünde en yüksek sürdürülebilir hızın tahmini değeri olarak kabul edilmektedir. Bu sistem; balığın, hızı kontrol edilebilen su tüneline konularak su hızı kademeli periyotlarla artırılması ve balıkların akıntıya karşı yüzme performansının ölçülmesi esasına dayanmaktadır (Şekil 3.3). Kritik yüzme hızının hesaplanmasında balığın yorulduğu zaman ve akıntı hızı kullanılmaktadır (Esenbuğa 2013).



Şekil 3.2. Yüzme performansı sistemi



Şekil 3.3. Yüzme performansının gerçekleştirildiği kabin

Çizelge 3.2. Yüzme performansı sisteminin yapısal özellikleri

Devir	Genişlik	Derinlik	Hız	Alan	Debi	O ₂
	cm	cm	m/sn	m ²	m ³ /sn	mg/Lt
0	44	36	0,16	0,14	0,022	10,65
1	44	36	0,49	0,14	0,069	13,65
2	44	36	0,68	0,14	0,095	13,67
3	44	36	1	0,14	0,140	13,55
4	44	36	1,19	0,14	0,167	13,58
5	44	36	1,25	0,14	0,175	13,52
6	44	36	1,33	0,14	0,186	13,55
7	44	36	1,33	0,14	0,186	13,50
8	44	36	1,26	0,14	0,176	13,52
9	44	36	1,27	0,14	0,178	13,54

Kritik yüzme hızı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Arslan 2015).

$$U_{crit} = U_i + (T_i / T_{ii})U_{ii}$$

U_{crit} =Kritik yüzme hızı (cm/sn veya bl/sn)

U_i = Belirlenen zaman aralığının tamamında sürdürülebilen hız (cm/sn)

U_{ii} =Balığın yorgun düştüğü hız (cm/sn)

T_i =Balığın yorgun düştüğü hızda yüzebildiği süre (sn)

T_{ii} =Kritik yüzme hızı için belirlenen süre (30 dk)

3.1.6. Balık materyali

Ortalama boyları (6,2±0,3) cm ve ortalama ağırlıkları (9,5±0,7)gr olan 90 adet sazan balığı Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İçsu Balıkları Uygulama ve Araştırma Merkezi'nden temin edildi.

3.1.7. Kimyasal materyali

Çalışmada diklorofenoksi asetik asit isimli herbisit kullanılmıştır. Bu herbisit ticari firmadan temin edilmiştir. Etkili maddesi; 500 g/l 2,4-D asite eşdeğer 2,4 diklorofenoksi asetik asit dimethyl amin tuzudur.

3.1.8. Kan analizinde kullanılan alet, ekipman ve kimyasal maddeler

3.1.8.a. Biyokimyasal kan analizinde kullanılan alet ve ekipmanlar

Jelli kan tüpleri: Biyokimyasal analizlerde kullanılan kanların serumunun ayrışmasında kullanılan jel ilaveli tüplerdir.

Santrifüj: Kan örneklerinden serumu ayırmada zaman ve devir ayarlı standart santrifüjler kullanıldı.

Otoanalizör: Prokan PE 6800 otolizör cihazında, araştırmamızda kullanılan biyokimyasal parametreler okutuldu.

3.1.8.b. Kan parametrelerinde kullanılan alet, ekipman ve kimyasal maddeler

Spektrofotometre cihazı: Hemoglobin miktarının tayini ve enzim analizleri spektrofotometre cihazında yapıldı.

Mikrohematokrit santrifüjü: Hematokrit tayini için 10500 sabit devirli, 24 örnek kapasiteli ve zaman ayarlı hematokrit santrifüj kullanıldı.

Mikrohematokrit tüpleri: Hematokrit tayininde 1,1 mm çaplı 75 mm uzunlukta mikrohematokrit tüpleri kullanıldı.

Kan tüpleri: Kan örneklerini almak için heparinli tüpler kullanıldı.

Enjektörler: Kan örneklerinin alınmasında 10 ml kapasiteli ve 21 numara iğneli plastik enjektörler kullanıldı.

Thoma lamı: Eritrosit ve lökosit sayımları için Thoma Lam'ı kullanıldı.

Eritrosit pipetleri: Eritrosit ve lökosit sayısının tespitinde dilisyon işlemlerinde eritrosit pipetleri kullanıldı.

Hematolojide kullanılan boya ve solüsyonlar: Bu içerikler aşağıdaki gibidir.

Dacie's solüsyonu: 1 g Brilliant cresyl blue, %40 formaldehit, 31,3 g Trisodyum sitrat, ve saf su ile 1 lt'ye tamamlanarak solüsyon hazırlandı (Blaxhall and Daisley 1973).

Drabkin solüsyonu: 0,052 g KCN (Potasyum siyinat), 0,198 g $K_3Fe(CN)_6$ (Potasyum ferrisiyanid), 1 g Na_2CO_3 saf suda çözülerek hacim saf su ile 1 lt'ye tamamlandı (Blaxhall and Daisley 1973).

3.2. Metot

3.2.1. Su dağıtım düzeneği

Normal içme şebekesinden alınan su filtrasyona tabi tutulup, daha sonra bu suda oluşabilecek muhtemel gazları uçurabilmek için 24 metrelik kanaldan geçirerek plastik içme suyu borularına aktarıldı (Çolak 1982). Daha sonra bu sudaki çözünmüş oksijen miktarını artırmak için sular yuvarlak şekilli şelale sisteminden akıtılarak tanklara verilmiştir. Filtre sistemine giren ve tanklara dağılan su miktarını sabitlemek için suyun ilk girişine ve su çıkışına ½'lik küresel vanalar yerleştirilmiştir.

3.2.2. Deney balıklarının bakım ve beslenmesi

Denemeye alınan balıklara %45 proteinli ticari alabalık yeminden, günlük olarak canlı ağırlığın %2'si oranında yemleme yapıldı (Bricknell *et al.* 1999). Yemleme günde 2 kez sabah-akşam yapıldı. Tanklar her gün tahliye borusu yardımıyla sifonlanarak yem ve dışkı artıklarının ortamdan uzaklaştırılması sağlandı.

3.2.3. Pestisitlerin uygulanma şekilleri

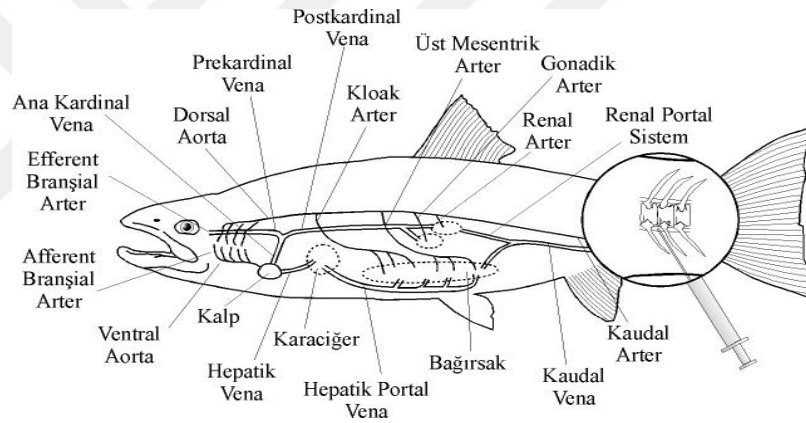
Balıklar 21 günlük bir aklimasyon periyodundan sonra kronik olarak pestisit 2 farklı dozuna maruz bırakılmıştır. Deneme, 2 uygulama 1 kontrol olmak üzere 3 gruptan oluşmuştur. Uygulama dozu LC₅₀ 96 saat değerlerinden yararlanılmış ve tanklardan her birine bu dozun 0,35 mg/lt (Düşük doz) ve diğerine 0,70 mg/lt (Yüksek doz) uygulanmıştır. Su hacmi belirlenmiş tanklara ortamı yenilenen deneyler prosedürüne göre 24 saatte bir bu dozu oluşturacak konsantrasyonlar biçiminde uygulanmıştır (Ünsal 1998). Hem ortamın yenilenmesi süresince hemde yemleme ve sifon gibi işlemler sırasında deneklerin strese girmemesine dikkat edilmiştir (Atamanalp 2003).

3.2.4. Yüzme performansının hesaplanması

Pestisitlerin iki farklı dozuna 21 gün süre ile maruz bırakılan balıklar, uygulama süresi sonunda bulundukları ortam ile aynı su kalitesine sahip olan yüzme performansı ünitesinde kritik yüzme hızlarının ölçümü için yüzdürme tüneline alınmıştır. Yüzme performansı ölçüm sistemi, çevre uzunluğu 14,65 cm olan kenarları yuvarlatılmış tank sistemi ile içerisinde 1 m boy ve 40 cm çapında yüzdürme kabini bulunan bir tünelden ibarettir. Su sıcaklığı sistem tarafından doğrudan, debi ölçümleri ise muline cihazı (pemsantaş 9001-54) ile ölçülmüş ve her kademedeki oksijen miktarı ile ilgili sonuçlar Çizelge 3.2'de verilmiştir.

3.2.5. Kan örneklerinin alınması

Balıkların kan örnekleri, anüs yüzgecinin hemen arka kısmından, kana mukoza karışmaması için iyice kurulanıp temizlendikten sonra 10 ml'lik 21 numara iğneli plastik enjektörle kaudal venadan girilerek yaklaşık 4 ml civarında alındı (Greene and Selivonchick 1990; Peutz *et al.* 1996; Knoph and Thorud 1996; Val *et al.* 1998; Atamanalp 2000; Çiltaş 2000). (Örnekler kan parametrelerinin analizi için heparin içeren kan tüplerine anestezi uygulamasından sonra alındı.) Kan örnekleri bekletilmeden 24 saat içerisinde incelendi. Balıklardan kanın alındığı bölge Şekil 3.4'de gösterilmiştir. Her gruptaki balıkların tümünden kan örnekleri alındı ve çalışıldı.



Şekil 3.4. Balıklardan kanın alındığı bölge (Çiltaş 2000)

3.2.6. Kan parametreleri analizleri

Kan parametreleri analizi için Cyanmethemoglobin metot kullanılarak standart oluşturulmuş, ortalama değerler hesaplandıktan sonra kalibrasyon değerleri Prokan PE 6800 isimli otoanalizör cihazına girilerek hesaplamalar yapılmıştır.

3.2.6.a. Hemogloblin miktarının tayini

Cyanmethemoglobin metodu: 0,02 ml kan örneği 5 ml drabkin solüsyonuyla karıştırılarak yavaş hareketlerle alt üst edilmiş ve homojen bir karışım sağlanmıştır.

Hemoglobinin Cyanmethemoglobine tam olarak dönüşmesi için 10 dk. bekletilmiş, daha sonra dipteki çökelti bir kürdan yardımıyla çıkarılarak atılmıştır. Spektrofotometrede 540 nm’de transmittans (%T) değeri ölçülerek elde edilen değere karşılık gelen hemoglobin miktarı standart tablodan bakılarak tespit edilmiş ve g/100 cm³ olarak yazılmıştır (Çizelge 3.3) (White *et al.* 1976; Çiltaş 2000).

Çizelge 3.3. Cyanmethemoglobin metoduyla hemoglobin tayini

%T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20									20,5	20,2
30	19,4	18,9	18,4	17,9	17,5	16,9	16,6	16,0	15,6	15,2
40	14,8	14,3	13,9	13,6	13,2	12,9	12,5	12,1	11,9	11,5
50	11,2	10,8	10,5	10,2	9,9	9,7	9,3	9,1	8,8	8,6
60	8,2	8,0	7,7	7,5	7,2	6,9	6,7	6,5	6,2	6,0
70	5,8	5,6	5,3	5,0	4,9	4,7	4,5	4,1	4,0	3,8
80	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,9
90	1,7									

*Not: Transmittans değerini tablodan bulurken tam rakamlar (10, 20, 30...) ilk sütundan, virgülden sonraki kısımlar ise ilk satırdan bulunur. Bu iki değerın çakıştığı nokta hemoglobin değeridir.

3.2.6.b. Hemotokrit tayini

Hemotokrit tayininde mikrohematokrit metodu uygulandı. Kan örnekleri 1,1 mm çaplı, 7 mm uzunluğundaki mikrohematokrit tüplerine alındıktan sonra tüpün bir ucu cam macunıyla kapatılarak hematokrit santrifüjde 10500 rpm devirde 5 dk. santrifüj edildikten sonra bulunan değer skaladan okundu ve toplam kanın %’si olarak kaydedildi (Blaxhall and Daisley 1973; Jones and Pearson 1976; Atamanalp vd 2002; Girgin 2003).

3.2.6.c. Eritrositlerin sayısının tespiti

Eritrosit pipetiyle 0,5 çizgisine kadar çekilen taze kan, 101 çizgisine kadar dacie's solüsyonuyla tamamlanarak 1/200 oranında sulandırıldı. Daha sonra çalkalanan karışım, 1-2 dk. boyanmaya bırakıldı. Homojenize olmamış pipetten ilk 4-5 damla boşa akıtıldıktan sonra thoma laminin kamarasına koyuldu. Thoma lamı üzerinden mikroskopta 1/5 mm² sayılarak çıkan sayı 10⁶/mm³ cinsinden hesaplandı (Blaxhall and Daisley 1973; Atamanalp 2000; Girgin 2003).

3.2.6.d. Lökosit sayısının tespiti

Eritrosit sayısının tespitindeki metotun aynısını uyguladıktan sonra lökositler için 4 mm², sayının az bulunduğu durumlarda ise 9 mm³ olarak sayıldı. Bulunan sonuç 10³/mm³ cinsinden hesaplandı (Blaxhall and Daisley 1973).

3.2.6.e. Trombosit sayısının tespiti

Eritrosit sayısının tespitindeki metot kullanılarak tüm kareler sayıldı ve bulunan sonuç 10³/mm³ cinsinden hesaplandı (Mawdesley-Thomas 1972; Kocabatmaz ve Ekingen 1977, 1984; Satake *et al.* 1986; Reddy and Bashamohideen 1989).

3.2.6.f. Elde edilen analiz sonuçlarından diğer parametrelerin hesaplanması

Kırmızı kan hücrelerinin ortalama hacmi (MCV) formülü

$$MCV = \frac{Hct}{RBC} \times 10^6$$

MCV: Eritrositlerin Ortalama Hacmi (μm³)

RBC: Eritrosit Sayısı (10⁶/mm³)

Hct: Hematokrit Değeri (%)

Kırmızı kan hücrelerinde bulunan ortalama hemoglobin (MCH) formülü

$$MCH = \frac{Hb}{RBC}$$

MCH: Eritrositlerde bulunan ortalama hemoglobin ($\mu\text{g}/\text{hücre}$)

RBC: Eritrosit Sayısı ($10^6/\text{mm}^3$)

Hb: Hemoglobin Miktarı ($\text{g}/100 \text{ ml}$)

Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) formülü

$$MCHC = \frac{Hb}{Hct}$$

MCHC: Eritrosit Başına Düşen Ortalama Hemoglobin Konsantrasyonu ($\text{g}/100 \text{ ml}$)

Hb: Hemoglobin Miktarı ($\text{g}/100 \text{ ml}$)

Hct: Hematokrit Değeri (%)

(Mawdesley-Thomas 1972; Kocabatmaz ve Ekingen 1977, 1984; Satake *et al.* 1986; Reddy and Bashamohideen 1989; Girgin 2003).

3.2.7. Otoanalizör cihazı

Prokan PE 6800 isimli, 2015 model cihaz Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarında bulunmaktadır. Saatte 30 örnek okuyabilen cihaz ile analizlerimiz yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Kritik yüzme hızı

24-D Diklorofenoksi Asetik Asit'in iki farklı dozuna maruz bırakılan sazan balıklarında kritik yüzme hızı deneme süresi sonunda belirlenmiş ve bu değere ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.1'de, ortalama $\pm$ SH değerleri 4.2'de ve KYH düzeyleri Şekil 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kritik yüzme hızı (bl/sn) değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Ortalaması	F	Önem Seviyesi
Muamele	2	3,402	0,296	0,746 ^{O.D}
Hata	27	0,037		

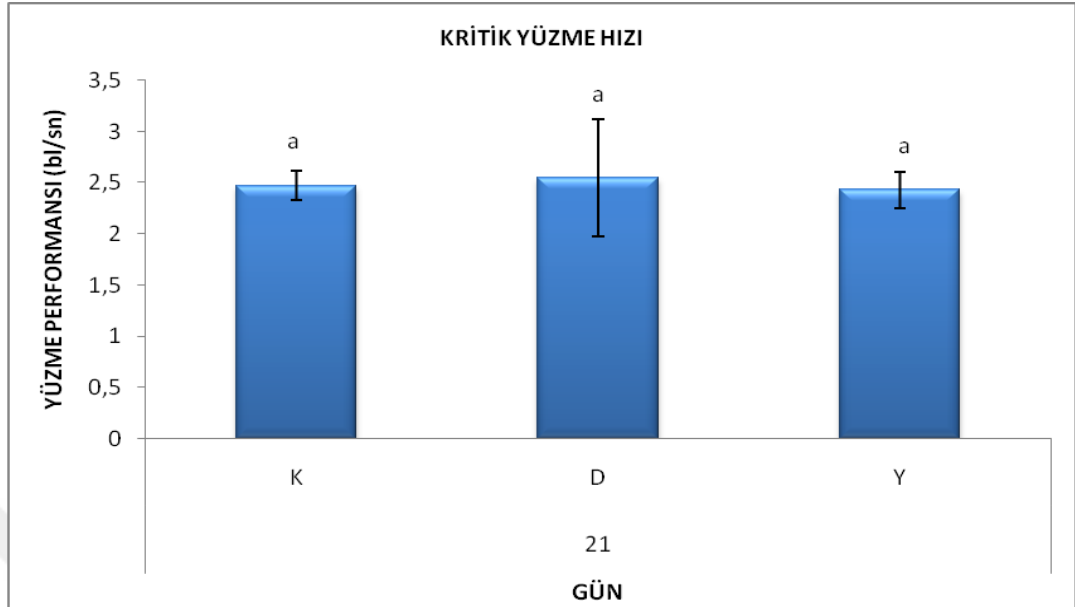
*Önemli ($p < 0,05$), **Çok önemli ($p < 0,01$), Ö.D: Önemli değil ($p > 0,05$)

Çizelge 4.2. Yüzme performansına ait ortalama $\pm$ SH değerleri

Grup	<i>Ucrit</i> (bl/sn)
K	2,47 $\pm$ 0,144 ^a
D	2,55 $\pm$ 0,570 ^a
Y	2,43 $\pm$ 0,178 ^a

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

*a: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark yoktur



Şekil 4.1. Farklı dozlarda uygulanan pestisitlerin sazanların (*Cyprinus carpio*) kritik yüzme hızı üzerine etkisi

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

4.2. Hematoloji

Araştırmada hematoloji parametreleri olarak; hemoglobin miktarı (HGB), eritrosit sayısı (RBC), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarı (MCH), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), ortalama eritrosit hacmi (MVC), lökosit sayısı (WBC), trombosit sayısı (PLT), hematokrit sayısı (HCT) çalışılmıştır. Söz konusu parametrelere ait varyans analiz tabloları ve standart sapmalarıyla birlikte çizelgeler halinde aşağıda verilmiştir.

4.2.1. Hemoglobin miktarı (HGB)

Hemoglobin ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.3'de, hemoglobin miktarına ait ortalama $\pm$ SH değerleri Çizelge 4.4'de ve hemoglobin düzeyleri Şekil 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Hemogloblin değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	2	306,754	19,634	0,000*
Hata	25	7,812		

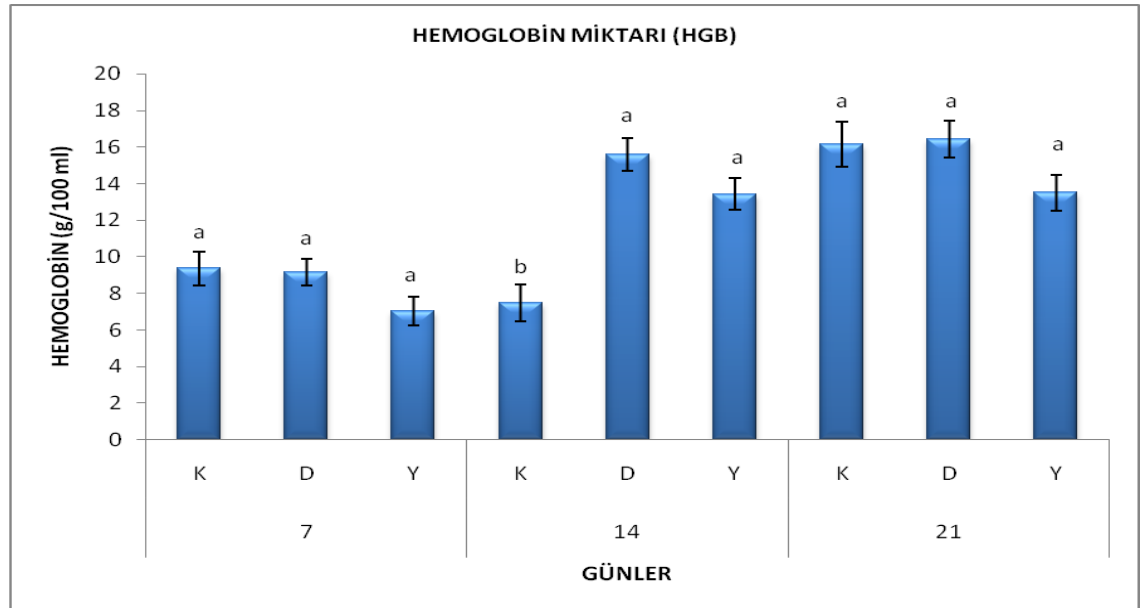
*Önemli ($p<0,05$), **Çok önemli ($p<0,01$), Ö.D: Önemli değil ($p>0,05$)

Çizelge 4.4. Hemogloblin değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri

Grup	Gün	HGB (g/100ml)
K	7	9,367 $\pm$ 0,931 ^a
	14	7,475 $\pm$ 0,988 ^b
	21	16,167 $\pm$ 1,234 ^a
D	7	9,170 $\pm$ 0,721 ^a
	14	15,600 $\pm$ 0,884 ^a
	21	16,411 $\pm$ 1,007 ^a
Y	7	7,033 $\pm$ 0,760 ^a
	14	13,430 $\pm$ 0,884 ^a
	21	13,500 $\pm$ 0,956 ^a

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

*a,b: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark yoktur

**Şekil 4.2.** Deneme gruplarına ait hemogloblin düzeyleri (g/100ml)

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

4.2.2. Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarı (MCH)

Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.5’de, MCH miktarı ait ortalama $\pm$ SH değerleri Çizelge 4.6’da ve MCH düzeyleri Şekil 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. MCH değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	2	0,488	0,042	0,959 ^{Ö.D}
Hata	25	5,822		

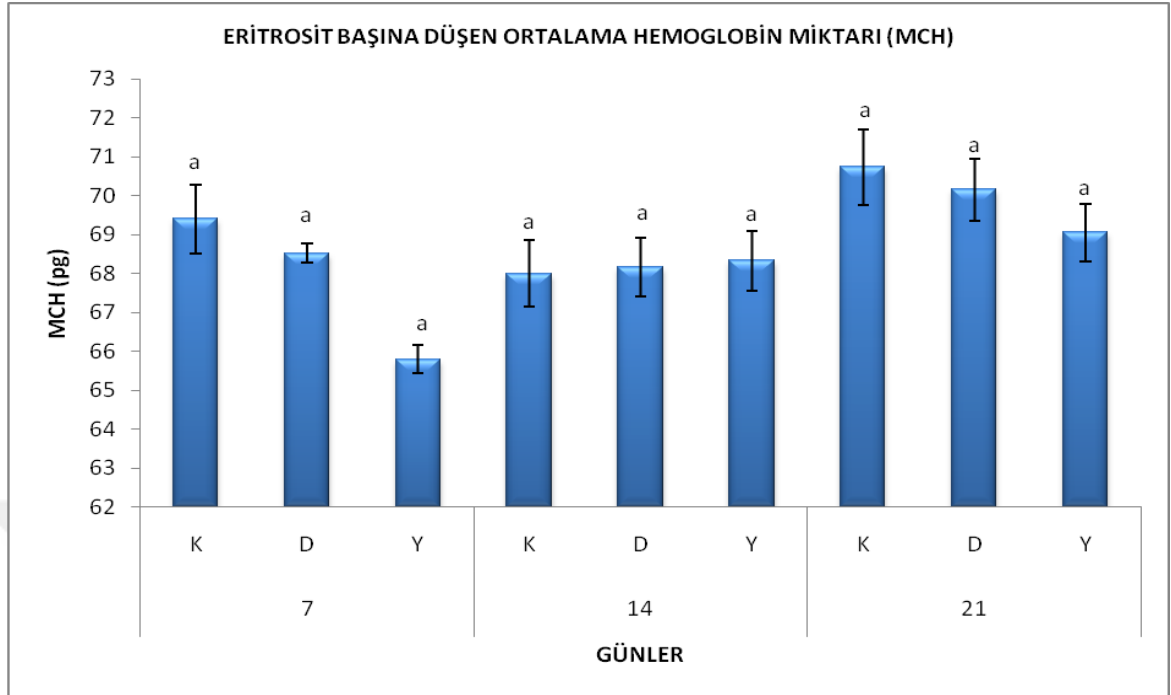
*Önemli ($p<0,05$), **Çok önemli ($p<0,01$), Ö.D: Önemli değil ($p>0,05$)

Çizelge 4.6. MCH değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri

Grup	Gün	MCH (pg)
K	7	69,400 $\pm$ 2,895 ^a
	14	68,000 $\pm$ 0,853 ^a
	21	70,773 $\pm$ 0,965 ^a
D	7	68,520 $\pm$ 2,242 ^a
	14	68,160 $\pm$ 0,763 ^a
	21	70,156 $\pm$ 0,788 ^a
Y	7	65,800 $\pm$ 2,364 ^a
	14	68,330 $\pm$ 0,763 ^a
	21	69,050 $\pm$ 0,747 ^a

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

*a,b: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark yoktur



Şekil 4.3. Deneme gruplarına ait MCH düzeyleri (pg)

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

4.2.3. Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC)

Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonuna ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.7’de, MCHC miktarına ait ortalama $\pm$ SH değerleri Çizelge 4.8’de ve MCHC düzetleri Şekil 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. MCHC değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	2	441,0,17	13,341	0,000*
Hata	25	16,529		

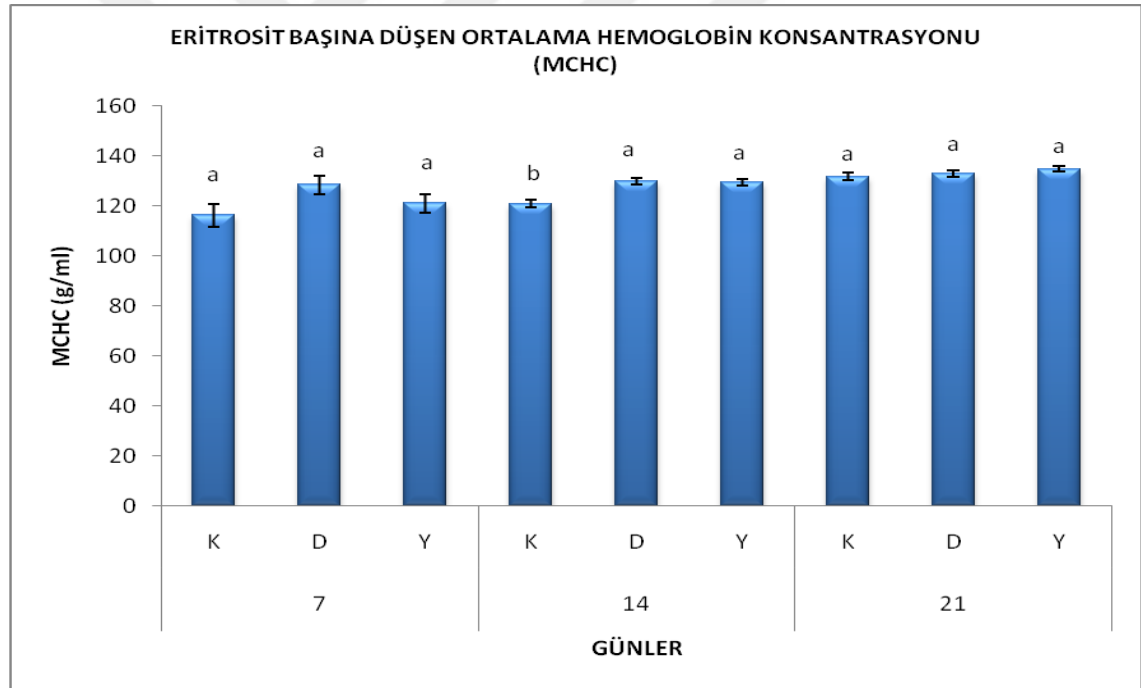
*Önemli ($p < 0,05$), **Çok önemli ($p < 0,01$), Ö.D: Önemli değil ($p > 0,05$)

Çizelge 4.8. MCHC değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri

Grup	Gün	MCHC (g/ml)
K	7	116,233 $\pm$ 4,691 ^a
	14	120,950 $\pm$ 1,437 ^b
	21	131,733 $\pm$ 1,464 ^a
D	7	128,460 $\pm$ 3,634 ^a
	14	129,890 $\pm$ 1,286 ^a
	21	132,878 $\pm$ 1,196 ^a
Y	7	120,989 $\pm$ 3,830 ^a
	14	129,570 $\pm$ 1,286 ^a
	21	134,710 $\pm$ 1,134 ^a

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

a,b: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark yoktur

**Şekil 4.4.** Deneme gruplarına ait MCHC düzeyleri (g/ml)

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

4.2.4. Ortalama eritrosit hacmi (MCV)

Ortalama eritrosit hacmine ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.9’da, MCV ait ortalama $\pm$ SH değerleri Çizelge 4.10’da ve MCV düzeyleri Şekil 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.9. MCV değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	2	77,833	9,348	0,001*
Hata	25	4,163		

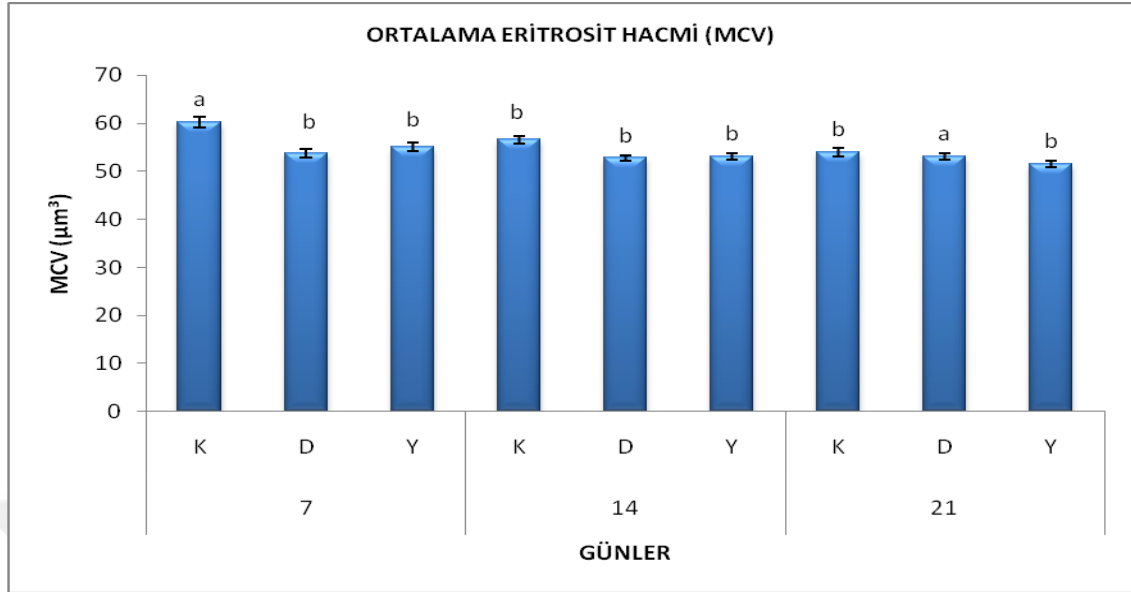
*Önemli ($p<0,05$), **Çok önemli ($p<0,01$), Ö.D: Önemli değil ($p>0,05$)

Çizelge 4.10. MCV değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri

Grup	Gün	MCV (μm^3)
K	7	60,333 $\pm$ 1,116 ^a
	14	56,600 $\pm$ 0,721 ^a
	21	54,033 $\pm$ 0,828 ^a
D	7	53,710 $\pm$ 0,865 ^b
	14	52,770 $\pm$ 0,645 ^b
	21	53,100 $\pm$ 0,676 ^b
Y	7	55,100 $\pm$ 0,911 ^b
	14	53,070 $\pm$ 0,645 ^b
	21	51,600 $\pm$ 0,641 ^b

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

*a, b: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark yoktur



Şekil 4.5. Deneme gruplarına ait MCV düzeyleri (μm^3)

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

4.2.5. Eritrosit sayısı (RBC)

Eritrosit sayısı ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.11’de, Eritrosit değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri Çizelge 4.12’de ve RBC düzeyleri Şekil 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.11. Eritrosit değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	2	6,287	20,241	0,000*
Hata	25	0,155		

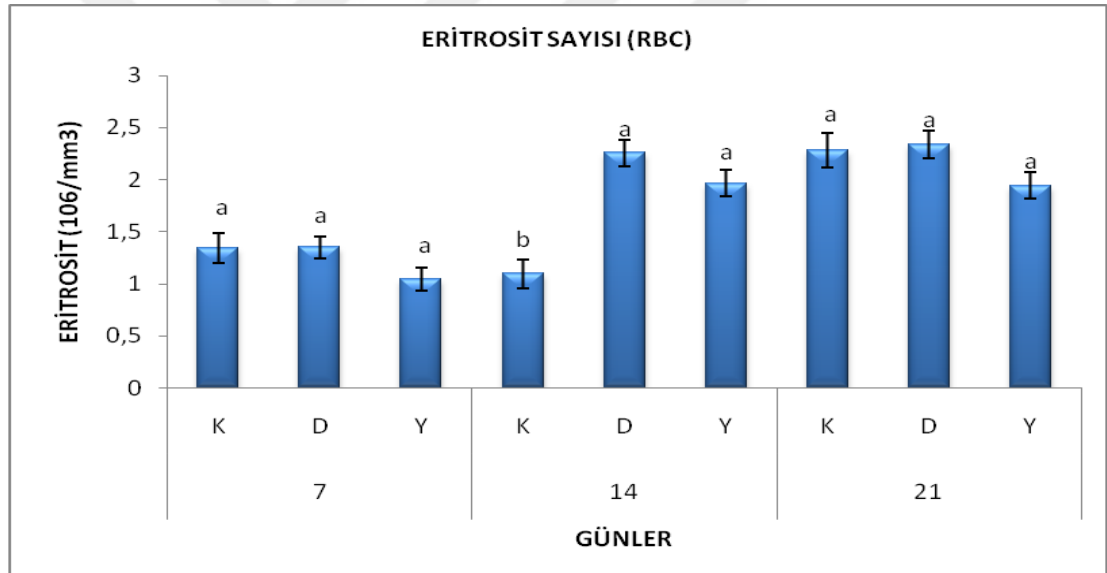
*Önemli ($p < 0,05$), **Çok önemli ($p < 0,01$), Ö.D: Önemli değil ($p > 0,05$)

Çizelge 4.12. Eritrosit değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri

Grup	Gün	RBC ($10^6/\text{mm}^3$)
K	7	1,342 $\pm$ 0,139 ^a
	14	1,098 $\pm$ 0,139 ^b
	21	2,283 $\pm$ 0,167 ^a
D	7	1,349 $\pm$ 0,107 ^a
	14	2,256 $\pm$ 0,125 ^a
	21	2,336 $\pm$ 0,136 ^a
Y	7	1,047 $\pm$ 0,113 ^a
	14	1,965 $\pm$ 0,125 ^a
	21	1,942 $\pm$ 0,129 ^a

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

*a,b: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark yoktur.

**Şekil 4.6.** Deneme gruplarına ait eritrosit düzeyleri ($10^6/\text{mm}^3$)

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

4.2.6. Lökosit sayısı (WBC)

Lökosit sayısı ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.13’de, Lökosit değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri Çizelge 4.14’de ve WBC düzeyleri Şekil 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Lökosit değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	2	105,907	18,135	0,000*
Hata	25	2,920		

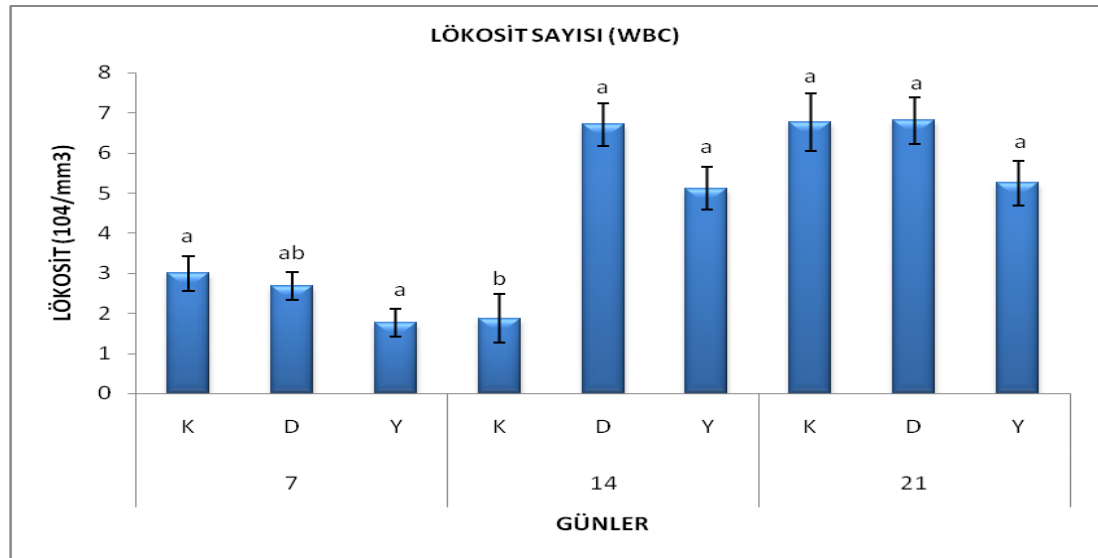
*Önemli ($p<0,05$), **Çok önemli ($p<0,01$), Ö.D: Önemli değil ($p>0,05$)

Çizelge 4.14. Lökosit değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri

Grup	Gün	WBC ($10^4/\text{mm}^3$)
K	7	$3,000 \pm 0,437^a$
	14	$1,875 \pm 0,604^b$
	21	$6,767 \pm 0,721^{ab}$
D	7	$2,680 \pm 0,338^a$
	14	$6,710 \pm 0,540^a$
	21	$6,811 \pm 0,588^a$
Y	7	$1,767 \pm 0,356^a$
	14	$5,120 \pm 0,540^a$
	21	$5,250 \pm 0,558^a$

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

*a,b: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark yoktur.

**Şekil 4.7.** Deneme gruplarına ait lökosit düzeyleri ($10^4/\text{mm}^3$)

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

4.2.7. Trombosit sayısı (PLT)

Trombosit sayısı ortalamalarına ait varyans analizi tablosu, Çizelge 4.15’de, Trombosit değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri Çizelge 4.16’da ve PLT düzeyleri Şekil 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Trombosit değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	2	36949,307	13,269	0,000*
Hata	25	1392,272		

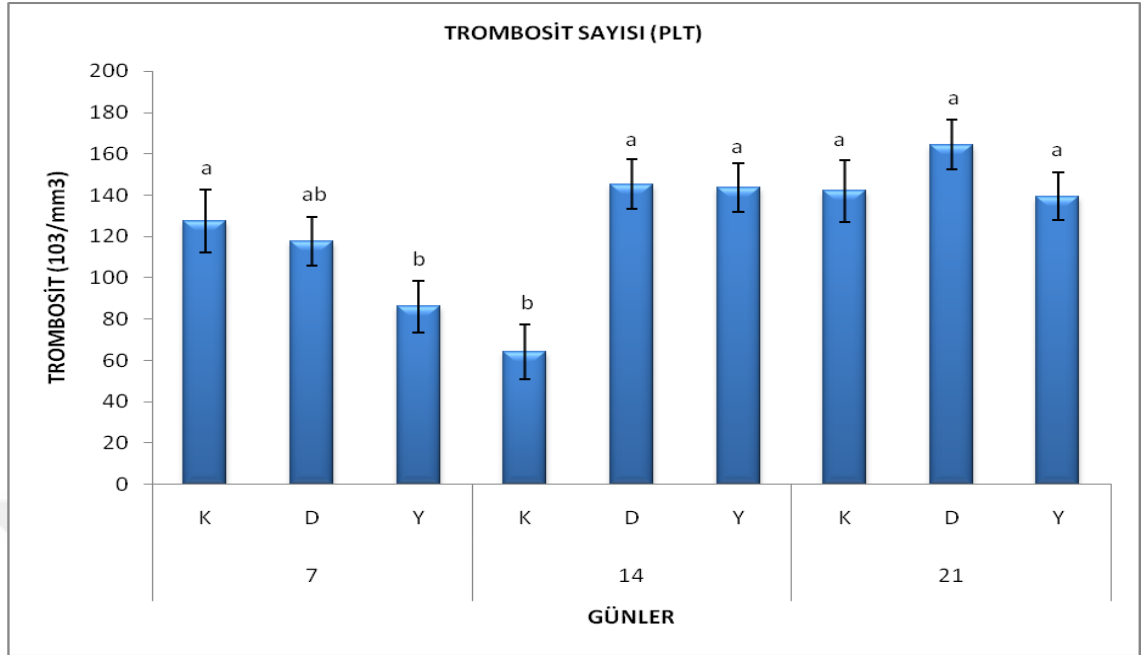
*Önemli ($p<0,05$), **Çok önemli ($p<0,01$), Ö.D: Önemli değil ($p>0,05$)

Çizelge 4.16. Trombosit değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri

Grup	Gün	PLT ($10^3/\text{mm}^3$)
K	7	127,667 $\pm$ 15,239 ^a
	14	64,250 $\pm$ 13,192 ^b
	21	142,000 $\pm$ 14,849 ^a
D	7	117,800 $\pm$ 11,804 ^{ab}
	14	145,400 $\pm$ 11,799 ^a
	21	164,444 $\pm$ 12,124 ^a
Y	7	86,111 $\pm$ 12,443 ^b
	14	143,900 $\pm$ 11,799 ^a
	21	139,500 $\pm$ 11,502 ^a

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

*a, b: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark yoktur



Şekil 4.8. Deneme gruplarına ait trombosit düzeyleri ($10^3/\text{mm}^3$)

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

4.2.8. Hematokrit Sayısı (HCT)

Hematokrit sayısı ortalamalarına ait varyans analizi tablosu, Çizelge 4.17’de, Hematokrit değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri Çizelge 4.18’de, ve HCT düzeyleri 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.17. Hematokrit değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi (SD)	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Seviyesi
Muamele	2	154,477	17,697	0,000*
Hata	25	4,365		

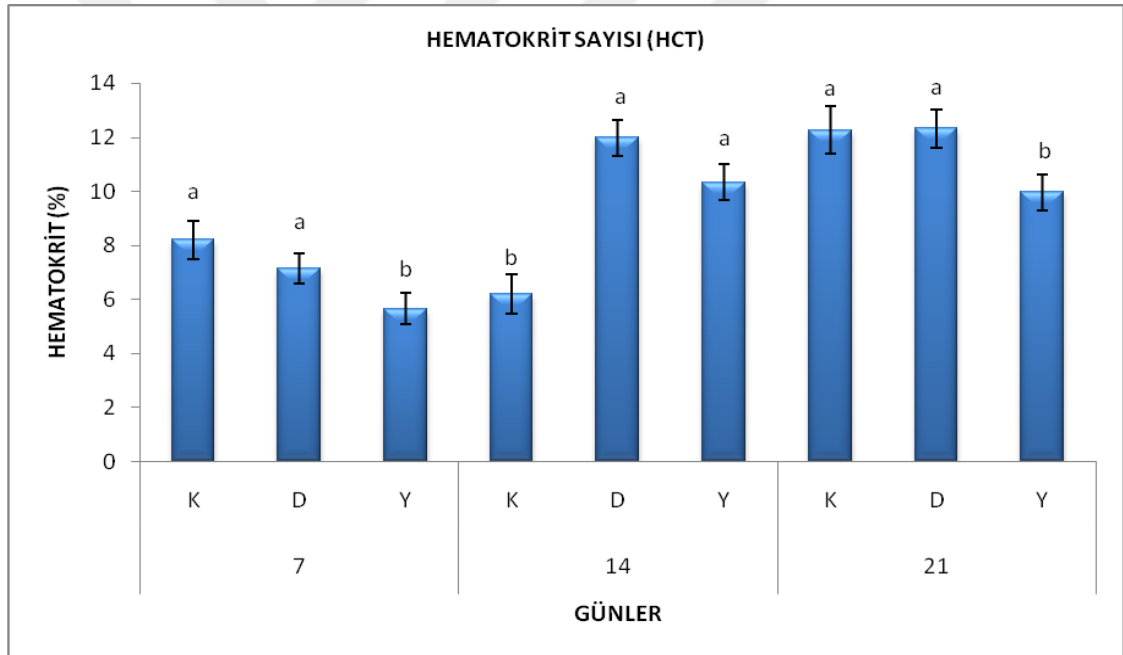
*Önemli ($p < 0,05$), **Çok önemli ($p < 0,01$), Ö.D: Önemli değil ($p > 0,05$)

Çizelge 4.18. Hematokrit değerine ait ortalama $\pm$ SH değerleri

Grup	Gün	HCT (%)
K	7	8,200 $\pm$ 0,714 ^a
	14	6,200 $\pm$ 0,739 ^b
	21	12,267 $\pm$ 0,869 ^a
D	7	7,150 $\pm$ 0,553 ^{ab}
	14	11,990 $\pm$ 0,661 ^a
	21	12,333 $\pm$ 0,710 ^a
Y	7	5,656 $\pm$ 0,583 ^b
	14	10,340 $\pm$ 0,661 ^a
	21	9,970 $\pm$ 0,673 ^b

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

*a,b: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak fark yoktur.

**Şekil 4.9.** Deneme gruplarına ait hematokrit düzeyleri (%)

K: Kontrol, D: Düşük Doz, Y: Yüksek Doz

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1. Kritik Yüzme Hızı

Önemli değerlerden biri olan kritik yüzme hızı için tespit edilen kriterler toksikolojik çalışmalarda LD₅₀ değerleri ile mukayese edildiğinden dolayı yapılan çalışmada söz konusu parametre ele alınmıştır (Esenbuğa 2013).

Farklı dozların uygulandığı sazan balıklarında (*C. carpio*) kritik yüzme hızı değerleri bakımından kontrol ve uygulama grupları arasında meydana gelen farklar grup içinde önemsiz, gruplar arasında önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Kritik yüzme hızı ile ilgili ortalama değerler: kontrol grubu için $2,47 \pm 0,14$ bl/sn, D₁ grubu için $2,55 \pm 0,57$ bl/sn, D₂ grubu için $2,43 \pm 0,17$ bl/sn olarak tesbit edilmiştir.

Çalışmamıza benzer olarak Brett ve Glosal (1973) Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*)' larda kritik yüzme hızının $3,3 \pm 4,4$ bl/sn, Peterson (1974) *Salvelinus fontinalis* balıklarında kritik yüzme hızının $4,63 \pm 4,86$ bl/sn aralığında değiştiğini bildirmişlerdir.

Asetoklar ve glisofat kimyasallarının sub-letal dozlarının uygulandığı gökkuşağı alabalığında (*O. mykiss*) kritik yüzme hızı değerlerinin gruplar arasındaki farkları istatistikî açıdan önemli bulmuştur. Pestisitlere maruz bırakılan balıkların ortalama yüzme süreleri, kontrol grubundaki balıklara nazaran uzun olduğunu rapor etmiştir (Arslan 2015).

Yaptığımız çalışmada sazan balıkları (*C. carpio*) kirleticilerin etkisine maruz bırakıldığında yüzme performansının önemsiz olduğu belirlenmiştir. Farklı çalışmalar ile kıyaslandığında bu değişimin araştırmalarda kullanılan balıkların vücut şekli, kas fonksiyonu, yüzgeç biçimi, yüzme metodu ve balığın büyüklüğünden kaynaklandığı, yüzme performansı üzerinde oksijen, pH, tuzluluk, sıcaklık ve kirleticilerinde fazlaca önemli olduğu belirlenmiştir.

Bir kimyasal olan bakır sülfat pentahidrat'ın iki farklı dozuna maruz kalan gökkuşığı alabalığında (*O. mykiss*) kritik yüzme hızı değerleri bakımından gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu bulmuştur. Kritik yüzme hızı ile ilgili ortalama değerler: K grubu için $3,550 \pm 1,62$ bl/sn, D₁ grubu için $3,74 \pm 2,03$ bl/sn ve D₂ grubu için $5,06 \pm 0,34$ bl/sn olarak tespit etmiştir (Yeğin 2013).

Esenbuğa (2013), SDS (Sodium Dodecyl Sulphate) pestisitinin iki farklı dozuna maruz kalan gökkuşığı alabalığında (*O. mykiss*) incelenen kritik yüzme hızı değerleri bakımından gruplar arasında oluşan fark önemli bulunmuştur. Çalışmaya ait parametrelerin ortalama değerleri: K grubu için $4,93 \pm 0,50$ bl/sn, D₁ grubu için $2,43 \pm 0,81$ bl/sn ve D₂ grubu için $1,09 \pm 0,47$ bl/sn olarak belirlemiştir.

Sucul ekosisteme ulaşan kimyasallar su ile tepkimeye girerek kimyasal kirliliğe neden olmaktadır. Sucul ortamda meydana gelen kimyasal kirlilik sonucu balıkların yüzme performansında azalmalara ani hareketlere ve solum frekanslarını artırmaya neden olabilmektedir (Ural 2009).

Yapılan çalışmada kritik yüzme hızı parametreleri ile gökkuşığı alabalığını (*O. mykiss*) yüzme performansı değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, balıklara üzerine etki eden kimyasal faktörleri belirleyen yüzme performansı testleri karşılaştırılmasında kullanılmıştır (Farrel 2008).

Sonuçlarımıza benzer olarak yapılan başka bir çalışmada bakırın sub-letal dozlarının uygulandığı gökkuşığı alabalığı (*O. mykiss*) ve sazangillerde (*C. carpio*) yüzme performansının araştırıldığı çalışmada sazangillerin (*C. carpio*) bakır kimyasalına karşı alabalıklardan (*O. mykiss*) daha dirençli olduğu tespit edilmiştir (Boeck *et al.* 2006).

Sucul ekosisteme karışan kimyasallar balıkların maksimum yüzme performansında azalmalara neden olmaktadır. Pestisitlere kısa süreli maruz bırakılan balıkların solungaçlarına zarar verdiğinden dolayı solunum alış verişini engellemekte ve kritik

yüzme hızını etkilemektedir. Uzun süreli kalma sonucunda sinirsel bozukluklar meydana geldiğini rapor etmiştir (Heat 1995).

Toksikolojik çalışmalarda kritik yüzme hızı performansı için bulunan değerler LD₅₀ değerleri ile karşılaştırılabildiğinden çalışmada bu parametre kullanılmıştır. Uzun süreli maruz bırakılan balıkların sub-letal etkilerinin değerlendirilebildiği ve kimyasallara maruz kalmış çevre ortamı ile ilgili doğru bilgileri gözlemlemiştir (Hammer 1995).

5.2. Hematoloji Parametreleri

Sucul ekosistemde yaşamını sürdüren canlıların toksik etkiye sahip materyallerle etkileşimi sonucunda organ ve dokularda kimyasal birikimine, etkileşiminin sürekli olduğu durumlarda ise moleküler düzeyde kalıcı hasarların oluşmasına ortam hazırlamaktadır (Esenbuğa 2013).

Balıklarda toksik etkiye sahip kimyasallar gastrointestinal ve solungaç sistemi ile vücuda temas ettikten sonra kan aracılığı ile doku ve organlara taşındığından dolayı ilk önce kan hücreleri ve eritropoietik dokularda yapısal ve işlevsel hasarlara neden olduğu rapor edilmiştir (Witeska and Baka 2002).

Sazan balığında (*C. carpio*) kimyasalın farklı doz ve sinerjik etkisinin belirlenmesine yönelik yaptığımız çalışmada hematokrit sayısı, hemoglobin %'si, lökosit sayısı, trombosit sayısı, eritrosit sayısı, ortalama eritrosit hacmi, eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarı ve eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu gibi kan değerleri belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde araştırılan değerler kimyasal doz ve zamana bağlı uygulamalarında artış ve azalışlar gözlemlenmiştir.

Canlılar hayati fonksiyonlarını sürdürebilmek için ihtiyaç duydukları oksijen, bazı durumlarda yüksek toksik etkiye sahip serbest radikallere dönüşebilmektedir. Serbest radikaller, dış halkalarında en az bir eşleşmemiş elektron bulunan, kısa ömürlü reaktif atom, molekül veya iyonlar olarak tanımlanabilir. Serbest radikaller mutasyon, kanser,

biyolojik yaşılanma ve hücrel hasarlara neden olabilirler (Büyükgüzel 2013). Balıklarda serbest radikallerin oluşumunda çevre kirliliği, ağır metaller ve pestisitler büyük ölçüde rol oynamaktadırlar (Gökınar vd 2006). Ayrıca çevre kirliliği, ağır metaller ve pestisitler sucul organizmalarda biyokimyasal ve fizyolojik parametrelere girişimde bulunmakla birlikte balıklar üzerinde toksik etkiye neden olarak balık sağlığının ve fizyolojik durumlarının kontrolünde kullanılmakla beraber balık hastalıklarının teşhisinde önem arz etmektedir.

Hemoglobin; vücuda oksijeni taşımakla görevli bir solunum pigmentidir. Hemoglobinin bir diğer görevi de hücrelerdeki karbondioksiti alıp, solungaçlara geri götürmektir (Berkarda ve Eyüpoğlu 1983; Atamanalp vd 2003).

24-D Diklorofenoksi Asetik Asit uygulaması sonucunda hemoglobin değerinde kontrol grubunda 7-14. günler arasında azalış göstermiş 21. günde ise artış kaydedilmiştir. Çalışmada düşük dozun ve yüksek dozun kontrole göre farklı günlerdeki hemoglobin miktarına etkisi değerlendirildiğinde, her iki doz 7-14-21. günlerinde hemoglobin artmıştır.

Hemoglobin değerindeki azalmalar pestisitte yer alan zararlı etki sebebiyle hücrelerin yıkımı ile alakalıdır. Hemoglobin ve hematokrit değerindeki azalma anemi varlığını göstermektedir. Hemoglobin seviyesindeki artış bir çeşit adaptasyon olarak görülmektedir. Hemoglobin seviyesindeki artışa neden olan başka bir faktör osmoregülasyon dengesinin bozulması, kan akışkanlığı ve hipoksinin azalmasıdır (Jawale and Dama 2010).

Hematokrit sayısı, kırmızı kan hücrelerinden oluşan kanın hacimce oranıdır. Ayrıca kanın oksijen taşıma kapasitesini yansıtması bakımından oldukça önemli bir parametredir (Witeska 2005). Hematokrit yüzdesi, hemoglobin miktarı ve eritrosit sayısının yanı sıra eritrosit indeksinin de bir parametresidir (Arslan 2015). Çalışmamızda, hematokrit bakımından yapılan varyans analizi sonucunda en yüksek

hematokrit miktarı düşük dozun 21. gününde %12,333 belirlenirken en az yüksek dozun 7. gününde %5,656 olarak belirlenmiştir.

O. niloticus'ta hematokrit düzeyinde meydana gelen azalmaların kan dokusunda yer alan su hacminin artmasının bir sonucu olabileceği bildirilmiştir, kirletici etkisinde hematokrit düzeyindeki azalmanın ozmoregülasyondaki bozukluğa bağlı hemodilüsyondan, eritrositlerin ozmotik hemolizinden veya demir metabolizmasını etkileyerek hemoglobin sentezindeki bozukluktan kaynaklanabileceği bildirmiştir (Witeska 2005; Duran 2011).

Balıklarda eritrositler, böbrek ve dalakta şekillenerek dokulardan solungaçlara CO₂ ve solungaçlardan dokulara oksijen taşımaktadırlar (Pala 2013). Balık eritrositleri hacimsel olarak daha büyük olmaları sebebiyle insan eritrositlerinden farklılık göstermektedir (Uçar 2010). Kimyasal uygulamamız sonrasında kontrol grubuna göre en yüksek eritrosit sayısı 21. gün en düşük değer ise 14. günde tesbit edilmiştir. Muamele grupları değerlendirildiği zaman en yüksek değer düşük dozun 14. gününde belirlenirken en düşük değer ise yüksek dozun 7. gününde belirlenmiştir. Çalışmamıza benzer olarak gökkuşağı alabalığında (*O. mykiss*) 2,4-D Diklorofenoksi asetik asit pestisitinin farklı doz ve zamanlarda uygulanan eritrosit düzeyine etkisi çalışılmıştır. Yapılan çalışma sonunda zaman düzeyinin eritrosit sıralaması: Kontrol grubunda 48.saat >24.saat >96.saat >0.saat, D₁ grubunda 96.saat >24.saat >48.saat >0.saat ve D₂ grubunda 48.saat >24.saat >96.saat >0.saat olarak bildirilmiştir (Karadaş 2016).

Akut stres ortamında bulunan balıklarda, fizyolojik sistemin gereği olarak dalak sürekli kasılarak eritrosit üretiminin artışı teşvik edeceğinden eritrosit sayısında artış meydana gelebilir. Daha sonraki periyotlarda yeterli sayıda eritrosit oluşumunun gerçekleşmemesi bu sistemin zarar gördüğü anlamına gelmektedir (Parlak 2016).

Lökosit değerine bakıldığında, zaman seviyelerinin önem sırası kontrol grubunda 7 >21 > 14, D doz ve Y doz grubunda ise 21 >14 >7 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.14). Doz seviyesi D >K >Y olarak belirlenmektedir. Trichlorfon kimyasalının sub-letal dozlarına

maruz bırakılan sazan balıklarında (*C. carpio*) bazı hematolojik değerler araştırılmıştır. Trichlorfonun sazan balıklarında (*C. carpio*) hematokri sayısı (HCT), hemoglobin miktarı (HGB) ve lökosit sayılarında (WBC) kontrol grubuna nazaran düşüşler meydana geldiğini ve buna bağlı olarak kansızlık oluştuğunu rapor etmiştir (Pala 2013).

Balıkların lökosit miktarında gözlemlenen farklılıkların nedeni bağışıklık sisteminin baskı altına alınması ve hastalıklara karşı duyarlılıklarının artmasıdır. Lökosit sayısındaki artış, kirleticilere maruz kalan balığın hayatta kalabilmesine ve fizyolojik durumun bütünlüğünü koruyabilmesine yardımcı olan antikorların artışıyla paralellik göstermektedir (Ayoola 2011).

Trombosit, kanama sırasında kanın pıhtılaşmasını sağlayan hücre parçalarıdır. Trombosit oranının düşük olması kanamaya yatkınlaştırırken, yüksek seviyelerdeki trombosit oranı da damarlarda ki kanın pıhtılaşmasını hızlandırmaktadır (Anonim 2018a). Çalışmamızda 7. gün yüksek doz grubunda azalma gözlemlenmiştir. Kan hücrelerindeki oksijen miktarının azalması ve dalakta meydana gelen olumsuz faktörler trombosit eksikliğinden kaynaklanabilir. Çalışmamıza benzer olarak trombosit değerinin (PLT) streten önemli derecede etkilendiği ve gökkuşağı alabalıklarında (*O. mykiss*) streten önce $2,1 \times 10^4/\text{mm}^3$ olarak tespit edilen bu değer streten sonra $4,3 \times 10^4/\text{mm}^3$ 'e arttığını açıklamıştır (Atamanalp 2000).

MCV ortalama eritrosit hacmidir. Yaptığımız çalışma sonucunda, MCV olarak doz uygulamaları arasında en yüksek parametre 7. gün kontrol grubundan elde edilmiştir. Hematoloji parametrelerinde, çevresel değişikliklere bağlı olarak farklılıklar oluşabilir, balığın kanında bulunan eritrosit hacminde ki değişiklikler balıkların doku ve organlarında hasarlara yol açtığı bilinen bir gerçektir.

Gökkuşağı alabalığında (*O. mykiss*) iki farklı kimyasalın karşılaştırılmasına yönelik yapılan çalışmada bazı kan parametre değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda trombosit sayısı (PLT) ve ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri istatistik açıdan önemli olduğunu belirtmiştir (Arslan 2015).

MCH, eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarıdır. Çalışmamızda, MCH bakımından zaman ve doz faktörlerinin değerleri önemli bulunmuştur. MCH düzeyi kontrol grubunda 69,400-70,733 pg arasında bulunmaktadır. Düşük doz grubunda 21. gün hariç diğer günlerde azalırken yüksek doz grubunda 14. gün azalırken 7 ve 21. günlerde artışlar tespit edilmiştir.

Atamanalp vd (2011), bir pestisit çeşiti olan lambda-cyhalothrin'in dere alabalığı (*Salmo trutta fario*) üzerinde kan değerleri araştırılmıştır. Çalışmada; eritrosit sayısı (RBC), hematokrit sayısı (HCT), ortalama eritrosit hacmi (MCV) ve eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarı (MCH) gibi parametrelerde kimyasala maruz kalan gruplarda azalış gözlemlenirken, lökosit sayısı (WBC), trombosit sayısı (PLT) ve eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) parametrelerinde ise yükseliş gözlemlenmektedir.

Kimyasallar sucul ekosistemde yaşayan canlıların biyokimyasal ve fizyolojik parametrelerini etkilemekte ayrıca balık sağlığını tehdit etmektedir (Gökpınar vd 2006).

MCHC, eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonudur. Herbisin 24-D uygulamaları sonucunda, en yüksek değer yüksek doz grubunda 21. gün 134,710 g/dL olarak belirlenirken en düşük değer kontrol grubunda 7. gün 116,233 g/dL olarak belirlenmiştir.

Atamanalp ve Yanık (2003), mancozebin kimyasalının sub-letal dozuna maruz bırakılan gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) üzerinde bazı kan parametre değerleri incelenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde kullanılan kimyasalın eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarı (MCH), eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) ve ortalama eritrosit hacminde (MCV) azalışların meydana geldiğini rapor etmişlerdir.

Çelik vd (2006), farklı türdeki balıklar ile kan parametre değerleri üzerine yapılan araştırmada; kimyasalların, stresin, su kalitesi kriterlerinin ve çevresel faktörlerin

balıklardaki fizyolojik fksiyonları etkilendiğini, elde edilen sonuçlara göre kan parametrelerinin min. ve mak. değerleri: eritrosit sayısı (RBC), $0,128-4,005 \times 10^6/\text{mm}^3$, lökosit sayısı (WBC), $1,435571-107,000 \times 10^3/\text{mm}^3$, hemoglobin değeri (HGB), $1,300-16,000 \text{ g}100\text{ml}^{-1}$, hematokrit oranı (HCT), $\%4,800-58,800$ ortalama eritrosit hacmi (MCV), $31,600-894,940 \text{ } \mu\text{m}^3$, eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarı (MCH), $17,300-406,250 \text{ } \mu\text{g/hücre}$ ve eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), $8,700-65,000 \text{ g}100\text{ml}^{-1}$ olduğunu bildirmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada bulduğumuz parametrelerin, literatördeki bilinen değerlerden farklılık göstermesi, araştırmada kullanılan balıkların türleri, yaşları, cinsiyetleri ve ortam koşullarının farklı olmasından kaynaklanabilir.

5.3. Sonuç ve Öneriler

İndikatör olarak balıklardan, sucul ekosistemdeki toksikolojik düzeyin belirlenmesinde yararlanılmaktadır. Ayrıca, bazı ajanların insanlar üzerindeki etkilerinin tahmin edilmesinde detoksifikasyon mekanizmalarındaki benzerlikten dolayı test organizması olarak balıklardan faydalanılabilmektedir (Stegeman and Lech 1991). İnsanların alternatif besin kaynaklarının önemli bir bölümünü balıklar oluşturduğu için oluşabilecek toksik etkilerle özellikle ilgilenilmektedir.

Sucul ekosistemde meydana gelen evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı kirlilik su ortamında yaşayan canlıları doğrudan etkilemektedir. Canlı ve cansız kirleticiler; balıkların doku ve organlarında hasara, strese, döl veriminde azalmalara, metabolitik ve fizyolojik olaylarda değişimlere neden olmaktadır. Bu sebeple sucul ekosistem de kirleticilere maruz bırakılan canlılarda davranış değişikliği olarak yüzme performansının, metabolik ve fizyolojik olaylarda kan parametrelerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesinde ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi bakımından önem arz etmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen verilere dayanılarak doğal su ortamlarında meydana gelen kirliliğin düzenli olarak takip edilmesi, canlı organizmalar üzerindeki etkiler belirlenerek bu çalışmalar ile veritabanı oluşturulmasının önem arz ettiğini ortaya çıkarmıştır. Yapılan çalışmaların doğrultusunda gerekli önlemlerin alınarak yetiştiricilik açısından tehdit unsuru olan kimyasalların etkisinin tesbit edilmesini zorunlu kılmıştır. Sazanların (*Cyprinus carpio*) kimyasallara karşı duyarlı ve kirleticilere verilen tepkilerin tespit edilmesinde yararlı biyomarkırlar olabileceği belirlenmiştir.

Sazanlarda (*C. carpio*) 2,4-D (Diklorofenoksi asetik asit)'nin;

- Hematoloji parametrelerinde olumsuz değişimlere neden olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz veriler;

- Kimyasal zehirliliğin belirlenmesinde kan parametrelerinin etkin olduğunu göstermektedir,
- Bilime katkı sağlayacak biyokimyasal toksikoloji dalında, ekotoksikolojik risk değerlendirme çalışmalarında yararlanılabilecektir,
- Sucul canlıların bünyesine zehirli maddelerin alınmasından sonra oluşan etki ve tepki mekanizmasını bir bütün olarak ortaya koymaktadır.

Arazi ortamında örnek teşkil etmesi açısından laboratuvar çalışması yapılsada olan benzer çalışmaların tabii ortamda yapılması yolunun araştırılması, bu çerçevede tarımsal arazi etrafındandaki su kaynaklarında yaşayan başta balık olmak üzere tüm sucul ekosistemdeki canlıların kimyasallardan etkileşimlerinin ortaya konulması düşünülmektedir.

Tarımsal araştırmalarda pestisitleri kullanan çiftçiler, su kaynaklarının etrafında bulunan arazilerde ilaçlama yaparken yağmur, rüzgâr vs. gibi hava şartlarını göz önüne alarak ilaçlama yapmalı, ilaçlamadan sonra kullandıkları alet ve ekipmanları su kaynaklarında

yıkamamalı ve boş ilaç kutularını su kaynaklarına atmamalı, bu konuda gerekli hassasiyeti göstermelidirler.



KAYNAKLAR

- Abhijith, B. D., Ramesh, M. and Poopal, R. K., 2012. Sublethal toxicological evaluation of methyl parathion on some haematological and biochemical parameters in an Indian major carp (*Catla catla*) Comparative Clinical Pathology, 21 (1), 55-61.
- Adeyemo, O., Agbede S.A., Olaniyan A.O. and Shoaga O.A., 2003. The haematological response of *Clarias gariepinus* to changes in acclimation temperature. Afr. J. of Biomed. Res., 6, 105-108.
- Adeyemo, O.K., Okwilagwe, O.O. ve Ajani, F. 2009. Comparative Assessment of Sodium Edta and Heparin. as Anticoagulants for the Evaluation of Haematological Parameters in Cultured and Feral African Cathfish (*Clarias gariepinus*). Braz. J. Aquat. Sci. Technol, 13(1):19-24.
- Al Ghanim, K. A., 2012. Malathion toxicity in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* a haemotological and biochemical study. African Journal of Agricultural Research, 7 (4), 561-567.
- Anonim, 2017a. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Sazan>
- Anonim, 2018a. www.bilgiustam.com/trombosit-nedir?
- Arslan, H., 2015. Pestisit sinerjisinin; gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) yüzme performansı, biyokimyasal hematolojik, histopatolojik ve genotoksik etkilerinin araştırılması. Atatürk. Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, Erzurum.
- Atamanalp, M. ve Yanık, T. 2003. Alterations in Hematological Parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Exposed to Mancozeb. Turk J. Vet. Anim. Sci, 27, 1213-1217.
- Atamanalp, M., 2000. The effects of sublethal doses of cypermethrin on haematological and biochemical parameters of rainbow trout (*O. mykiss*). Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Atamanalp, M., Güneş M., 2001. Tuzla çayı'nda yaşayan c.capoeta'nın hemoglobin seviyesi, eritrosit ve toplam lökosit sayıları üzerine bir araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 33 (3), 297-300.
- Atamanalp, M., 2003. Farklı yetiştirme sistemlerinin (Havuz ve Kafes) gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) hemoglobin, hematokrit ve sediment seviyeleri üzerine etkileri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 20(1-2), 81 – 86.
- Atamanalp, M., Aksakal, E., Kocaman, E. M., Uçar, A., Şişman, T. ve Türkez, H., 2011. Kobalt klorite maruz kalan gökkuşağı (*O. mykiss*)'nın kan parametrelerindeki değişimler. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 17, 573-576.
- Atamanalp, M., Bayır, A., Sirkecioğlu, N., A., Yanık, T., Yılmaz, M., ve Cengiz, M., 2003 b. Farklı Yemlerle Beslemenin Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda Hematokrit ve Hemoglobin Miktarı Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi. 34, 229-232s
- Atamanalp, M., Cengiz, M., 2002. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 19, (1-2), 169-175.
- Atamanalp, M., Keleş M. S., Haliloğlu H. İ. ve Aras M. S., 2002. The effects of cypermethrin (A Synthetic Pyrethroid) on some biochemical parameters (Ca, P,Na and TP) of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Turkish J. of Veterinary and Animal Sciences, (26), 1157-1160.

- Atamanalp, M., Kocaman, E.M., Canyurt, M.A., 2002. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 19.3-4, 439,445.
- Atamanalp, M., Parlak, V., 2017. Gökkuşluğu Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) Alfa Sipermetrin Kronik Uygulamalarının Hematoksik Etkilerinin Araştırılması.
- Atamanalp, M., Yanık, T., 2001. "Pestisitlerin Cyprinidae'lere Toksik Etkileri", E.Ü.Su Ürünleri Dergisi, Vol.18, Pp.555-563.
- Ayhan, A.,2011. Sazan Balığı (*Cyprinus carpio* L.,1758) Fingergöğüslerine Propoxurun Histopatolojik, Hematolojik ve Biyokimyasal Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara.
- Ayoola, S.O., 2011. Acute toxicity and histopathology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings exposed to aqueous and ethanolic extracts of *Euphorbia poissonii* leaves. New Clues Sci., 1:55-68.
- Basusta, A. ve Sen, D. 2003. Keban Baraj Gölü'nde Yasayan *Chalcaburnus mossulensis* (Heckel, 1843)'in Kan Parametrelerinin İncelenmesi. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 23, Sayı 1, 11- 21.
- Başusta, G., A., 2010. Balık Hematolojisi ve Hematolojik Parametreler. Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri. Editor: M. Karataş. Nobel Kitap Dağıtım A.Ş. Nobel Yayın No:4, 2. Baskı, Bölüm: 9, 277-302s."W2E3"W2E34.
- Beaumont, M.W., Butler P.J., Taylor E.W.,1995. Exposure of brown trout, *Salmo trutta*, to sub-lethal copper concentrations in soft acidic water and its effect upon sustained swimming performance. Aquatic Toxicology, 33(1), 45–63.
- Begum, G., 2004. Carbofuran Insecticide Induced Biochemical Alterations in Liver and Muscle Tissues of the Fish *Clarias batrachus* (Linn) and Recovery Response. Aquatic Toxicology, 66: 83-92.
- Begum, G., Vijayaraghavan, S., 1996. Alterations in Protein Metabolism Of Muscle Tissue in the Fish *Clarias batrachus* (Linn) by Commercial Grade Dimethoate. Bulletin Environmental Contamination and Toxicology, 57:223-228.
- Berkarda, B. ve Eyüpoğlu H., 1983. Hematoloji Laboratuvar Yöntemleri, Ar Yayın ve Dağıtım.
- Blaxhall, P.C. and Daisley K.W., 1973. Routine haematological methods for use fish with blood. J. Fish Biol. 5, 771-781.
- Boeck, G. D., Van der Ven, K., Hattink, J., Blust, R., 2006. Swimming performance and energy metabolism of rainbow trout, common carp and gibel carp respond differently to sublethal copper exposure. Aquatic Toxicology. 80(1): 92–100.
- Brett, J.R., and Glosal, N.R. 1973. Metabolic rates and critical swimming speeds of sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to size and temperature. Journal of the Fisheries Research Board Canada. 30, 379- 387.
- Büyükgüzel, E., 2013. Biochemical and molecular mechanisms of protein. Karaelmas Science and Engineering Journal, 3(1): 40-51.
- Cengizler, Y. ve Sahan, A. 2000. Seyhan Baraj Gölü ve Seyhan Nehrin de Yasayan Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758)'larda Bazı Kan Parametrelerinin Belirlenmesi. Türk J Vet Anim Sci, 24, 205-214.
- Chau, A.S.Y., Afghan, B.K, 1982, Analysis of Pesticides in water, Vol I,II,III, CRC Pres Inc., Boca Raton, Florida.
- Clarence, R. ve Hickey, J.R. 1982. Comparative Hematology of Wild and Captive Cunnners. Transactions of the American Fisheries Society, 111: 242-249.

- Clauss, T.M., Alistair, D.M. ve Arnold, J.E. 2008. Hematologic Disorders of Fish. Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice, Volume 11, Issue 3, Pages 445-462, September.
- Çelik, E.Ş., Akbulut, M., Sağır Odabaşı, S., Anıl Odabaşı, D., 2006. Farklı tür balıklarda hematolojik indekslerin referans değerleri. Anadolu University Journal of Science and Technology, 7(2): 277-293.
- Çelikkale, M. S., 1994. İç Su Balıkları ve Yetiştiriciliği, K. T. Ü. Sürmene Deniz Bilimleri Fak. Genel Yayın No: 124, 37 s, Trabzon
- Çelikkale, M.S., 2002. İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Genel Yayın No:128. Cilt II, III. Baskı. Trabzon, 460s.
- Çiltaş, A. K., 2000. Stenotrophomonas maltophilia, Brevibacillus agri, Micrococcus lylae suşlarının patojenitesi ile gökkuşağı alabalığı üzerinde oluşturulan enfeksiyonların laboratuvar ve klinik yönden araştırılması. Doktora Tezi. A. Ü. Fen Bil. Enst., Erzurum.
- Çolak, A. ve Cengiz, S., 1989, Sivas yöresinde 2,4-D Adlı Herbisit'in Balıklara Biyolojik Etkisinin İncelenmesi, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Veterinerlik ve Hayvancılık Araştırma Grubu, Proje No:698.
- Çolak, A., 1982. Balık Hastalıkları El Kitabı. Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Yayınları No:1, Sivas, 103.
- Demir, N., 2006. İhtiyoloji. Karataş, M., (Ed.). Nobel Yayın No: 924, Fen ve Biyoloji Yayınları Dizisi: 31, Ankara, 423s.
- Depeyster, A., Donohoe, R., Slymen, D. J., Fromes, J. R., Olivieri, A. W. And Eisenberg, D. M., 1993. Aquatic biomonitoring of reclaimed water for potable use the san diego health effects study. Journal of Toxicology and Environmental Health, 39 (1), 121-142
- Deresi'nde (Sivas) Yasayan Benekli Sezen Cyprinion macrostomus (Heckel, 1843)'de Bazı Hematolojik Parametreler ve Non-Spesifik Yımmün Yanıtın Belirlenmesi Yunus Arastırma Bülteni 2014 (4): 21-28.
- Derya, S., 2011 .Cyfluthrin, Imidacloprid ve Karışım Uygulamalarının *Cyprinus carpio*'da Beyin ve Karaciğer Dokularında Glutatyon, Malondialdehit ve Protein Karbonil Düzeylerine Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi Fen Bilimleri Enstitüsü Adana.
- Döngel, A. K., 2010. Kursun Nitrata Maruz Bırakılan Sazan Balıklarının Lc50 Degerinin Belirlenmesi ve Bazı Kan Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara.
- Duman, S., Şahan, A., Kangal (Sivas) Balıklı Çermik Termal Kaplıcası İle Topardıcı
- Duran, S., 2011. Bakır (Cu), Çinko (Zn), Kadmiyum (Cd) ve Karışımlarının *Oreochromis niloticus*'ta Bazı Hemotolojik Parametreler Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Biyoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Ecevit. O. Mennan, H., Aksoy, H.M., Akça, İ., 1999, Tarımsal Mücadele İlaçları ve Çevreye Olan Etkileri, O.M.U. Ziraat Fak. Ders Kitabı No:32. Samsun.
- EPA. Health Effects Div. "Toxicology Disciplinary Chapter for the Reregistration Eligibility Decision Document", <http://docket.epa.gov/edkpub/do/EDKStaffItemDetailView?objectId=090007d4802c9067> (2016).

- Ergene, S., Çavas, T., Çelik, A., Köleli, N. and Aymak, C., 2007. Evaluation of river water genotoxicity using the piscine micronucleus test. *Environmental and Mol.Mut.*, 48:000-000 (4).
- Esenbuğa, H., 2013. Sds (Sodium dodecyl sulphate)'nin farklı dozlarının gökkuşağı alabalığının (*O. mykiss*) yüzme performansı, hematoloji parametreleri ve bazı antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Extension Toxicology Network (ETN), "Pesticide Information Profile for 2,4-D." <http://extoxnet.orst.edu/pips/24-D.htm> (1996) (Erişim tarihi: 10.03.2009)
- FAO, (2016). FAO Aquaculture Newsletter (FAN), Special Issue, June 2004, No:35,575.
- Farrell, A.P., 2008. Comparisons of swimming performance in rainbow trout using constant acceleration and critical swimming speed tests. *Journal of Fish Biology*, 72(3): 693-710(18).
- Gholami Seyedkolaei, S. J., Mirvaghefi, A., Farahmand, H. and Kosari, A. A., 2013. Effect of a glifosat based herbicide in *Cyprinus carpio*: Assessment of acetylcholinesterase activity, hematological responses and serum biochemical parameters. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 98 (1), 135-141.
- Girgin, A. ve Şen, D., 2003. Keban Baraj Gölü'ndeki *Chalcalburnus mossulensis* (Heckel, 1843)'in Hematolojik parametrelerinin incelenmesi. *G.Ü Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 23, 1, 11-21.
- Gökpinar, Ş., Koray, T., Akçiçek, E., Göksan, T., Durmaz, Y., 2006. Algal antioxidants. *Ege J Fish Aqua Sci*, 23(Suppl 1/1): 85-89.
- Greene, D.H.S. and Selivonchick D.P., 1990. Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipid and hematology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 89, 165-182.
- Hammer, C., 1995. Fatigue and exercise tests with fish. *Comp. Biochem. Physiol. A* .112,1,20.
- Hansoy, Z., 2010. Bir Herbisit Olan 2,4-D (Diklorofenoksi Asetik Asit)'nin *Poecilia reticulata* (Teleostei, Poeciliidae)'da Testis Dokusu Üzerine Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi Fen Bilimleri Enstitüsü İzmir.
- Heath, A.G., 1995. *Water Pollution and Fish Physiology*. 2. ed., CRC Press Inc., Florida.
- Hess, F.D., 1993, *Herbicide Effects on Plant Structure, Physiology and Biochemistry*, In: *Pesticide Interactions in Crop Production: Beneficial and Deleterious Effects*, Boca Raton: *CRC Press*, Florida, 75:198–207.
- Hugges, G.M., Biro P., 1993. Swimming performance of rainbow trout following exposure and recovery from the pyrethroid S-deltamethrin. *Acta. Biol. Hung.* 44 (2-3), 231-41.
- Jawale, C.S., Dama, L.B., 2010. Hematological changes in the fresh water fish, *Cyprinus carpio* exposed to sub-lethal concentration of piscicidal compounds from cestrum species. *National Journal of Life Sciences*. 7(1): 81-84.
- Johnson, K.A., 1995, 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid: Dietary Oncogenicity Study in Male B6C3F1 Mice, Unpublished study prepared by The Toxicology Research Laboratory Health and Environmental Research
- Jones, B.J. and Pearson W.D., 1976. Variations in haematocrit values of successive blood samples from bluegill. *Trans. Am. Fish. Soc.* 2, 291–293.

- Karadaş, N. F., 2016. 2,4-D Diklorofenoksi Asetik Asit Herbisitine Maruz Bırakılan Gökkuşığı Alabalıklarında (*Oncorhynchus Mykiss*) Bazı Hematolojik ve Biyokimyasal Değişimlerin Belirlenmesi. Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi. Erzurum.
- Karasu, Benli., Asi, Ç., Gülen, Z., 2009. Fenitrothionun Etkisinde Bırakılan Tilapiada (*Oreochromis niloticus* L.) Sekonder Stres İndikatörleri Hematokrit ve Plazma Glikox Seviyesinin Değişimi. Yü. Tar. Bil. Derg., 19(1),19-22.
- Keskinkaya, B., 2015 Beyşehir ve Çavuşçu Göllerindeki Toksik ve Karsinojenik Organik Kirliliğin Bu Göllerde Yaşayan Sazan Balığı (*Cyprinus Carpio* L.,1758) Üzerine Etkilerinin Biyokimyasal Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Khalil, F., Kang, I. J., Undap, S., Tasmin, R., Qiu, X., Shimasaki, Y. and Oshima, Y., 2013. Alterations in social behavior of japanese medaka (*Oryzias latipes*) in response to sublethal chlorpyrifos exposure. Chemosphere, 92, 125–130.
- Knoph, M.B. and Thorud, K., 1996. Toxicity of ammonia to atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in seawater-effects on plasma osmolality, ion, ammonia, urea and glucose levels and hematological parameters. Comp. Biochem. Physiol., 113(4): 375–381.
- Kocabatmaz, M., ve Ekingen G., 1977. Preliminary investigation on some haematological norms in five freshwater fish species. Fırat Üniv. Vet. Fak. Derg., 4(1-2), 28-40.
- Kocabatmaz, M., ve Ekingen G., 1984. Değişik tür balıklarda kan örneği alınması ve hematolojik metotların standardizasyonu. Doğa Bilim Dergisi, D1, 8, 2,149–159.
- Küçükylmaz, M., Karakaya, G., Alpaslan, K., Özbey N. ve Akgün, H. 2016, Balıklıgöl'ün bazı fiziko- kimyasal Su Kalite Parametrelerinin Mevsimsel olarak incelenmesi, Yunus Araştırma Bülteni, 2016 (2): s.91-99. Trabzon. Laboratories, The Dow Chemical, Study Number K-002372-0063MF REV.
- Mawdsley-Thomas, L.E., 1972. Diseases of Fish, Symposia of the Zoological Society of London, Number 30, Academic Press, p 104.
- Mwevura, H., Othman, C. O., Mhehe, G. L., 2002. “Organochlorine Pesticide Residues İn Sediments And Biota From The Coastal Area Of Dar Es Salam City, Tanzania”, Marine Pollution Bulletin, Vol. 45, Pp. 262–267.
- Noyan, A., 2008. Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji. Meteksan A.Ş. Ankara, 1157s.
- Öcüler, C., 1995, Tarımsal Zararlılara Savaş Yöntemleri ve İlaçları, Ege Üni, Basımevi Bornova-İzmir.
- Pala, A., 2013. Trichlorfon uygulanan pullu sazan (*Cyprinus carpio*)’da asetilkolinesteraz (AChE) enzim aktivitesi ve bazı kan parametrelerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Parlak, V., 2016. Gökkuşığı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*)akut ve kronik alfa sipermetrin uygulamalarının hematotoksik,hepatotoksik ve nefrotoksik etkilerinin araştırılması. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Peterson, R.H., 1974. Influence of fenitrothion on swimming velocities of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). J. Fish Res Board Can 31:1757–1762.
- Pereira, L., Fernandes, M.N., Martinez, C., 2013. Hematological and biochemical alterations in the fish *Prochilodus lineatus* caused by the herbicide clomazone. Environmental Toxicology and Pharmacology. Volume 36, Issue 1, Pages 1–8.

- Petri, D., Glover, C. N., Ylving, S., Kolas, K., Fremmersvik, G., Waagbø, R. and Berntssen, M. H. G., 2006. Sensitivity of atlantic salmon (*Salmo salar*) to dietary endosulfan as assessed by haematology, blood biochemistry, and growth parameters. *Aquatic Toxicology*, 80, 207–216.
- Peutz, I.L.J.A, Oorschot, R.W.A., Johnson, G.R., Horney, B.S. and Boon, H.J., 1996. The lucogram as an indicator of marine-cultured rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), health in Netherlands. *Aquaculture Research*. 27, 437-445.
- Prusty, A. K., Kohli, M. P. S., Sahu, N. P., Pal, A. K., Saharan, N., Mohapatra, S. and Gupta, S. K., 2011. Effect of short term exposure of fenvalerate on biochemical and haematological responses in *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 100, 124–129.
- Reddy, P.M., Bashamoiden, M.D., 1989. Fenvalerate and Cypermethrin induced changes in the haematological parameters of *Cyprinus carpio*. *Acta. Hydrochim. Hydrobiol.*, 17(1), 101–107.
- Reregistration Eligibility Decision (RED), 2005, 2,4-D; EPA 738-R-05-002; U.S. Environmental Protection Agency, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances, Office of Pesticide Programs, U.S. Government Printing Office: Washington, DC.
- Sağlam, N. and Yonar, M.E. 2009. Effects of sulfamerazine on selected haematological and immunological parameters in rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792). *Aquaculture Research*, 40 (4); 395-404.
- Saravanan, M., Prabhu Kumar, K. and Ramesh, M., 2011. Haematological and biochemical responses of freshwater teleost fish *Cyprinus carpio* (Actinopterygii: Cypriniformes) during acute and chronic sublethal exposure to lindane. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 100 (3), 206-211.
- Satake, T., Nuti-Sobrinho A., Paula-Lopes O.V., Lopes R.A., Leme Dos Santos, H.S., 1986. Haematological study of brazilian fish. III. Blood parameters in armored catfish *Hypostomus paulinus* IHERING 1905 (Pisces, Loricariidae). *Ars Veterinaria, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias “Campus” de Jaboticabal Unesp*, 2 (2), Jaboticabal-SP-Brasil, 179-183.
- Siwicki, A.K., Anderson, D.P. ve Rumsey, G.L. 1994. Dietary Intake of Immunostimulants by Rainbow Trout Affects Non-Specific Immunity and Protection Against Furunculosis. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 41, 125- 139.
- Stegeman, J. J. and Lech, J. J., 1991. Cytochrome P-450 monooxygenase systems in aquatic species carcinogen metabolism and biomarkers for carcinogen and pollutant exposure. *Environ. Healt Persp.*, 90, 101-109.
- Stenersen, J., 2004. Chemical Pesticides: Mode of Action And Toxicology. CRC Press, Florida, P. 276.
- Tepe, I., 1997, Türkiye’de Tarım ve Tarım Dışı Alanlarda Sorun Olan Yabancı Otlar ve Mücadeleleri, Yüzüncü Yıl Üni., Yay No:32, S,16.
- Timur, G., 2008. Balık Anatomisi. Nobel Yayın Dağıtım Tic. LTD. ŞTİ. Yayın No:33, ISBN 978-605- 395-129-2
- Türkmen, Z., Çavuşoğlu, K., Yalçın, E., Yapar, K. ve Çiçek, F., 2012. *Verbascum sinuatum* L. (*Scrophulariaceae*) (sığırkuyruğu) türü biyolojik bir indikatör olarak kullanılarak ağır metaller tarafından sebep olunan genotoksisitenin araştırılması. *Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi*, 24 (2), 85-93.

- Uçar, U., 2010. Doğal (karanfil yağı) ve sentetik (2-fenoksietanol) anestezik maddelerinin gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss walbaum*, 1792)) ve kahverengi alabalığın (*Salmo trutta fariolinneaus*, 1758) kan biyokimyası ve hematolojik parametreleri ile bazı enzim (g6pd, 6-pgd, gr, katalaz) aktiviteleri üzerine etkileri. Atatürk. Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, Erzurum.
- Ural, M., Yüksel, H., Sarıeyyüpoğlu, M. ve Ulucan, A., 2009. Düşük pH'lı suların aynalı sazanlar (*Cyprinus carpio* L. 1758) üzerindeki klinik ve patolojik etkileri. Kocatepe Vet. J., 2 (1), 19-22.
- Ünsal, M., 1998. Klinik Deneyler , Yöntemler ve Sonuçların Değerlendirilmesi , Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Bodrum Su Ürünler Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yay. No: 11. 10-12.
- Val, A.L., De Menezes G.C. and Wood C.M., 1998. Red blood cell adrenergic responses in amazonian teleost. Journal of Fish Biology. 52, 83–93.
- Velisek, J., Stara, A., Kolarova, J. and Svobodova, Z., 2011. Biochemical, physiological and morfological responses in common carp (*Cyprinus carpio* L.) after long term exposure to terbutryn in real environmental concentration. Pesticide Biochemistry and Physiology, 100, 305-313.
- Velisek, J., Stara, A., Machova, J. and Svobodova, Z. 2012. Effects of long term exposure to simazine in real concentrations on common carp (*Cyprinus carpio* L.). Ecotoxicology and Environmental Safety, 76, 79-86
- Vural N., 1996, Toksikoloji Kitabı, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayını, No:73.
- Waiwood, K.G., Beamish F.W.H., 1978. Effects of copper, pH and hardness on the critical swimming performance of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) Richardson. Water Research, 12, 611–619.
- Washington State Department of Ecology, 2001, Herbicide Risk Assessment for the Aquatic Plant Management Final Supplemental Environmental Impact Statement, Appendix C, 3: Publication number: 00-10-043.
- Witeska, M. and Baka, I., 2002. The effect of long term cadmium exposure on common carp blood. Fresenius Environm. Bulletin, 11 (12A), 1059-1065.
- Witeska, M., 2005. Stress in Fish Hematological and Immunological Effects of Heavy Metals. Electronic Journal of Ichthyology, 1, 35-41.
- White, P.A. and Rasmussen, J.B., 1998. The genotoxic hazards of domestic wastes in surface waters. Mutation Research, 410 (3), 223-236.
- White, W.L., Ericson, N.M. and Stevens, S.C., 1976. Chemistry for the Clinical Laboratory (4th Ed.), CV Mosby, St Louis, p 122.
- Yalçinkaya, M., 2013. Fluvalinate'ın lebistes balıkları (*Poecilia reticulata*) üzerine akut etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yazgan, M.S., 1997, Türkiye'de Pestisit Kirliliği, Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu II, Gebze, 571-577.
- Yeğin, Y., 2013. Farklı Dozlarda Uygulanan Bakır Sülfat Pentahidrat'ın Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın Kritik Yüzme Hızı ve Hematoloji Parametreleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Yılmaz, B., 1984. Fizyoloji. Hacettepe-Taş Kitapçılık Ltd. Şti. Ankara, 609s.

- Yılmaz, N., 2011. Herbisit bileşik pendimetalinin olası genotoksik etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yiğit, R., 2001. Kardiyopulmoner ve Kan Fizyolojisi. Nobel Tıp Kitapevleri. İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi ders Kitapları, İstanbul, 239.
- Zelikoff, J.T., 1998. Biomarkers of immunotoxicity in fish and other non-mammalian sentinel species: predictive value for mammals. Toxicology, 129, 63- 71



ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Erzurum’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 2014 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü’nden Mühendis ünvanı ile mezun oldu. 2014 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine başladı.

