

DOĞAL (KARANFİL YAĞI) VE SENTETİK (2-FENOKSİETANOL) ANESTEZİK MADDELERİNİN
GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)) VE KAHVERENGİ ALABALIĞIN (*Salmo trutta fario* Linnaeus, 1758) KAN BİYOKİMYASI VE HEMATOLOJİK
PARAMETRELERİ İLE BAZI ENZİM (G6PD, 6-PGD, GR, KATALAZ) AKTİVİTELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Arzu UÇAR

Doktora Tezi

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP

2010

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

DOĞAL (KARANFİL YAĞI) VE SENTETİK (2-FENOKSİETANOL)
ANESTEZİK MADDELERİNİN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)) VE KAHVERENGİ
ALABALIĞIN (*Salmo trutta fario* Linneaus, 1758) KAN BİYOKİMYASI
VE HEMATOLOJİK PARAMETRELERİ İLE BAZI ENZİM (G6PD, 6-
PGD, GR, KATALAZ) AKTİVİTELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Arzu UÇAR

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2010

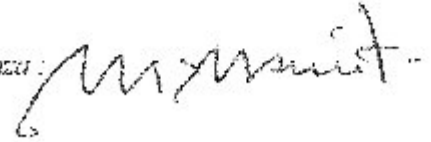
Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP danışmanlığında, Arzu UÇAR tarafından hazırlanan bu çalışma 19.04.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Selçuk SEÇER

İmza : 

Üye : Prof. Dr. Muhlis MACİT

İmza : 

Üye : Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP

İmza : 

Üye : Doç. Dr. Orhan ERDOĞAN

İmza : 

Üye : Yrd. Doç. Dr. E. Mahmut KOCAMAN

İmza : 

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. Ömer AKIMOLAT

Rektör Yardımcısı

ÖZET

Doktora Tezi

DOĞAL (KARANFİL YAĞI) VE SENTETİK (2-FENOKSİETANOL) ANESTEZİK MADDELERİNİN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) VE KAHVERENGİ ALABALIĞIN (*Salmo trutta fario* Linneaus, 1758) KAN BİYOKİMYASI VE HEMATOLOJİK PARAMETRELERİ İLE BAZI ENZİM (G6PD, 6PGD, GR, KATALAZ) AKTİVİTELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Arzu UÇAR
Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP

Karanfil yağı ve fenoksietanol'ün etkilerinin araştırıldığı çalışmada, materyal olarak gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ile dere alabalığı (*Salmo trutta fario*) kullanılmıştır. Uygulama periyodu sonucunda kan biyokimyası, kan parametreleri ve bazı enzim aktivite değerleri incelenmiştir.

Biyokimyasal parametreler ile ilgili sonuçlar muamele, tür ve muamele tür interaksyonu şeklinde değerlendirilmiştir. Alanin Amino Transferaz (ALT), üre, sodyum, magnezyum, fosfor, kalsiyum ve toplam protein (TP) değerleri istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Glukoz ve potasyum değerlerine muamele, tür ve muamele x tür interaksyonunun, kreatin, HDL, Laktat Dehidrogenaz (LDH) üzerine ise muamelenin etkisinin çok önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$). Kolesterol ve klor parametrelerine türün etkisi önemli olurken ALT ve Aspartat Amino Transferaz (AST) parametrelerinde türün önemi çok önemli olmuştur. Muamele ve tür interaksyonunda Alkalın fosfataz (ALP) ve LDH önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Hematolojik parametrelerden hemoglobin, hematokrit, eritrosit, eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarı (MCH), ortalama eritrosit hacmi (MCV) ve eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) değerlerinde muamele, tür ve muamele tür etkileşimi istatistik açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Lökosit değerleri, muamele ve muamele tür interaksyonundan çok önemli ($p<0,01$) derecede etkilenmesine rağmen türün etkisi önemsiz olmuştur. Eritrosit sedimentasyon oranında kontrol grubuna göre muamele ve türün etkisi önemsiz olurken muamele tür etkileşimi önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Trombosit sayısına ise muamele ve türün etkisi önemli olurken muamele x tür interaksyonunun etkisi önemsiz olarak tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Enzim aktivite sonuçları dikkate alındığında Glukoz 6 fosfat dehidrogenaz (G6PD) ve 6 fosfo glukonat dehidrogenaz (6PGD) enzimi üzerine muamelenin etkisi önemli ($p<0,05$) olurken tür ve interaksyon önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur. Glutasyon redüktaz (GR) enzim aktivitesi değerleri üzerine türün etkisi önemli ($p<0,05$) olurken katalaz enzimi muamele, tür ve muamele tür interaksyonundan etkilenmemiştir.

2010, 119 sayfa

Anahtar Kelimeler: Karanfil yağı, 2-fenoksietanol, gökkuşağı alabalığı, dere alabalığı, anestezi madde, enzim

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

THE EFFECTS OF NATURAL (CLOVE OIL) AND SYNTHETICAL (2-PHENOXYETHANOL) ANESTHESIA SUBSTANCES ON BLOOD BIOCHEMICAL AND HEMATOLOGICAL PARAMETERS AND SOME ENZYME ACTIVITIES (G6PD, 6PGD, GR AND CATALAZ) OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) AND BROWN TROUT (*Salmo trutta fario* Linnaeus, 1758)

Arzu UÇAR

Atatürk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP

In the study, in which the effects of clove oil and phenoxyethanol in fish farming are examined, rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brown trout (*Salmo trutta fario*) are used as material. As a result of the treatment, blood biochemical hematology and enzyme activity values are studied.

The results upon biochemical parameters are evaluated as treatment, species and treatment species interaction. Alanin Amino Transferase (ALT), urea, sodium, magnesium, phosphor, calcium and total protein (TP) values are found insignificant statistically. It is detected that treatment, species and treatment x type interaction have significant effect on glucose and potassium values and treatment has significant values on keratin, HDL, Lactate Dehydrogenase (LDH) ($p < 0,01$). While the effect of species is significant on cholesterol and chlorine parameters, the effect of species on ALT and Aspartat Amino Transferase (AST) parameters is very significant. Alkaline Phosphatase (ALP) and LDH are detected to be significant in treatment and species interaction ($p < 0,05$).

The interaction of treatment, species and treatment species are found insignificant among hematological parameters; hemoglobin, hematocrite, erythrocyte, average hemoglobin amount per erythrocyte (MCH), average volume of erythrocyte (MCV) and average hemoglobin concentration per erythrocyte (MCHC) ($p > 0,05$). Although leukocyte values are significantly ($p < 0,01$) effected by treatment and treatment species interaction the effect of species is insignificant. While the effect of treatment and species are insignificant in erythrocyte sedimentation ratio compared with control group, the interaction between treatment and species is significant ($p < 0,05$). While the effect of treatment and species on the number of thrombocyte is significant, the effect of treatment x type interaction is detected to be insignificant.

When enzyme activity results are taken into regard, while the effect of treatment is significant on Glucose 6 phosphate dehydrogenase (G-6PD) and 6 phospho gluconate dehydrogenase (6-PGD) enzyme ($p < 0,05$), species and interaction are insignificant ($p > 0,05$). While the effect of treatment is significant on Glutathion Reductase (GR) enzyme activity, catalase enzyme is not effected by treatment, species and treatment species interaction.

Year, 119 pages

Keywords: Clove oil, 2-phenoxyethanol, rainbow trout, brown trout, anesthetic substance, enzyme

TEŞEKKÜR

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

Çalışmalarım esnasında gerekli yardımı ve yakın ilgiyi esirgemeyen Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü'ndeki tüm hocalarım ve arkadaşlarıma,

Bu tezin değerlendirilme sürecinde tez izleme komitesinde bulunan değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Selçuk SEÇER, Sayın Prof. Dr. Muhlis MACİT, Sayın Doç.Dr. Orhan ERDOĞAN, Sayın Yrd. Doç. Dr. E. Mahmut KOCAMAN'a

Araştırmanın bir bölümünün yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Sayın Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Murat ÇANKAYA'ya

Analizlerin okutulmasında katkı sağlayan Doğu Anadolu Medikalçiler Derneği Başkanı Sayın Aydın DURLU'ya

Deneme sürecinde yardımlarını eksik etmeyen Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü Akvaryum Balıkları Üretim ve Araştırma Merkezi personeli Sayın Hamit ASLAN'a ve Alabalık Yavru Üretim ve Araştırma Merkezi'ndeki tüm personele,

Çalışmalarım boyunca görmüş olduğum maddi ve manevi destek ve teşviklerinden dolayı Sayın Prof. Dr. Nurinisa ESENBÜĞA'ya, Sayın Arş. Gör. Gonca ALAK'a

Her koşulda yanımda bulunan desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen eşim Sayın Murat UÇAR'a ve ailemin bütün bireylerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arzu UÇAR

Nisan 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİN	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	17
3. MATERYAL ve METOT.....	25
3.1. Materyal	25
3.1.1. Araştırma yeri.....	25
3.1.2. Su materyali	25
3.1.3. Suyun filtrasyon sistemi.....	26
3.1.4. Dijital termometre	27
3.1.5. Araştırma kapları.....	27
3.1.6. Balık materyali	28
3.1.7. Deneme süresi	28
3.1.8. Anestezik maddeler (karanfil yağı ve 2-fenoksietanol)	28
3.1.9. Kan analizlerinde kullanılan alet, ekipman ve kimyasal maddeler.....	28
3.1.9.a. Biyokimyasal kan analizlerinde kullanılan alet ve ekipmanlar.....	28
3.1.9.b. Kan parametrelerinde kullanılan alet, ekipman ve kimyasal maddeler	29
3.1.9.c. Enzim çalışmalarında kullanılan çözeltiler	30
3.2. Metot	32
3.2.1. Su dağıtım düzeneği.....	32
3.2.2. Deney balıklarının bakım ve beslenmesi	32
3.2.3. Karanfil yağı ve 2-fenoksietanol anestezik maddelerinin uygulanma şekilleri	33
3.2.4. Su ile ilgili ayarlamalar	33
3.2.4.a. Su sıcaklıklarının ölçülmesi	33
3.2.4.b. Tanklara giren ve tanklarda stoklanan su miktarının ölçülmesi.....	33

3.2.5. Kan örneklerinin alınması	34
3.2.6. Biyokimyasal parametrelerin okunması ve hesaplanması	34
3.2.6.a. Glukoz	35
3.2.6.b. Üre.....	35
3.2.6.c. Kreatin	35
3.2.6.d. Alanin amino transferaz (ALT).....	35
3.2.6.e. Aspartat amino transferaz (AST)	36
3.2.6.f. Alkalın fosfataz (ALP).....	36
3.2.6.g. Toplam protein (TP).....	36
3.2.6.h. Kalsiyum (Ca)	36
3.2.6.i. Total kolesterol ve tipleri	37
3.2.6.j. Sodyum (Na)	37
3.2.6.l. Klor (Cl).....	38
3.2.6.m. Magnezyum (Mg)	38
3.2.6.n. Fosfor (P)	38
3.2.6.o. Serum Laktat Dehidrogenaz (LDH).....	39
3.2.7. Kan parametreleri analizleri	39
3.2.7.a. Hemoglobın miktarının tayini	39
3.2.7.b. Hematokrit tayini	40
3.2.7.c. Eritrositlerin çökme hızı	40
3.2.7.d. Eritrosit sayısının tespiti.....	40
3.2.7.e. Lökosit sayısının tespiti.....	41
3.2.7.f. Trombosit sayısının tespiti.....	41
3.2.7.g. Elde edilen tahlil sonuçlarından diğér parametrelerin hesaplanması	41
3.2.8. Enzim aktivite ölçümü	42
3.2.8.a. Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz enziminin saflaştırılması	42
3.2.8.b. 6-Fosfoglukonat Dehidrogenaz (6-PGD) enziminin saflaştırılması	44
3.2.8.c. Glutasyon Redüktaz (GR) enziminin saflaştırılması	45
3.2.8.d. Katalaz aktivitesinin ölçümü.....	46
3.2.9. İstatistik analizler	46

4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	47
4.1. Biyokimyasal parametreler ile ilgili sonuçlar	47
4.1.1. Glukoz değeri	47
4.1.2. Üre.....	48
4.1.3. Kreatin (Cre)	49
4.1.4. Alanin amino transferaz (ALT).....	50
4.1.5. Aspartat amino transferaz (AST)	51
4.1.6. Alkalın fosfatez (ALP).....	52
4.1.7. Total protein değeri (TP).....	53
4.1.8. Kalsiyum değeri (Ca)	54
4.1.9. Toplam kolesterol değeri ve tipleri	54
4.1.10. Sodyum değeri (Na)	58
4.1.11. Potasyum değeri (K)	58
4.1.12. Klor değeri (Cl).....	60
4.1.13. Magnezyum değeri (Mg)	61
4.1.14. Fosfor değeri (P)	61
4.1.15. Serum laktat dehidrogenaz (LDH)	62
4.2.Kan parametreleri.....	63
4.2.1. Hemoglobin miktarı	63
4.2.2. Hematokrit değerleri	64
4.2.3. Eritrosit çökme hızı	65
4.2.4. Eritrosit sayısı (ES)	66
4.2.5. Lökosit sayısı (LS)	66
4.2.6. Trombosit sayısı (TS).....	67
4.2.7. Ortalama eritrosit hacmi (OEH).....	69
4.2.8. Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarı (OHM)	69
4.2.9. Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (EOHK)	70
4.3. Enzim parametreleri ile ilgili sonuçlar	71
4.3.1. Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz (G-6PD)	71
4.3.2. 6-Fosfo Glukonat Dehidrogenaz (6-PGD).....	72

4.3.3. Glutasyon Redüktaz (GR)	73
4.3.4. Katalaz.....	73
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	75
5.1. Biyokimyasal parametreler	75
5.1.1. Glukoz değeri	75
5.1.2. Üre değeri.....	76
5.1.3. Kreatin değeri.....	77
5.1.4. Alanin amino transferaz (ALT) ve aspartat amino transferaz (AST)	78
5.1.5. Alkalın fosfataz (ALP).....	79
5.1.6. Toplam protein.....	80
5.1.7. Kalsiyum değeri (Ca)	81
5.1.8. Toplam kolesterol ve tipleri	82
5.1.9. Sodyum değeri (Na)	84
5.1.10. Potasyum değeri (K)	84
5.1.11. Klor değeri (Cl).....	85
5.1.12. Magnezyum değeri (Mg)	86
5.1.13. Fosfor değeri (P)	87
5.1.14. Serum laktat dehidrogenaz (LDH).....	88
5.2. Kan parametreleri ile ilgili sonuçlar.....	89
5.2.1. Hemoglobin miktarı	90
5.2.2. Hematokrit değeri.....	91
5.2.3. Eritrosit çökme hızı.....	92
5.2.4. Eritrosit sayısı (ES)	94
5.2.5. Lökosit sayısı (LS).....	95
5.2.6. Trombosit sayısı (TS).....	97
5.2.7. Ortalama eritrosit hacmi (OEH).....	97
5.2.8. Eritrositlerde bulunan ortalama hemoglobin miktarı (OHM)	99
5.2.9. Eritrositlerde ortalama hemoglobin konsantrasyonu (EOHK).....	100
5.3. Enzim parametreleri	101
5.3.1. Glukoz 6 Fosfat Dehidrogenaz (G-6PD)	101
5.3.2. 6- Fosfo Gluko Dehidrogenaz (6-PGD).....	102

5.3.3. Glutasyon Redüktaz (GR)	103
5.3.4. Katalaz.....	104
KAYNAKLAR	106
EK 1 Etik Kurul İzin Belgesi.....	120
ÖZGEÇMİŞ	1200

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ALB	: Albumin
ALP	: Alkalın Fosfataz
ALT	: Alenin Amino Transferaz
AST	: Aspartat Amino Transferaz
CAT	: Katalaz
CHOD-PAP	: Enzimatik Kolorimetrik Test
CHOL	: Kolesterol
CRE	: Kreatin
EDTA	: Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
EÇH	: Eritrosit Çökme Hızı
ES	: Eritrosit Sayısı
EOHK	: Eritrosit Ortalama Hemoglobin Konsantrasyonu (MCHC)
FAD	: Flavın Adenin Dinükleotid
g	: Gram
GR	: Glutasyon Redüktaz
GPO-PAP	: Enzimatik Kolorimetrik Yöntem
GPT	: Bkz. AST
GSH	: Redükte Glutasyon
GSSG	: Okside Glutasyon
G6PD	: Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz
6PGD	: 6-Fosfoglukonat Dehidrogenaz
H	: Hidrojen
HDL	: Yüksek yoğunluklu lipoprotein.
Hb	: Hemoglobin
Ht	: Hematokrit
HCl	: Hidrojen Klorür
ISE	: İyon Selektif Elektrotlar
FDA	: Birleşik Devletler Gıda ve İlaç İdaresi

LC	: Letal Konsantrasyon
LD	: Letal Doz
LDH	: Laktat Dehidrogenaz
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
LS	: Lökosit Sayısı
MgCl ₂	: Magnezyum Klorür
ml	: Mililitre
MS-222	: Tricaine Methanesulfonate
NADP	: Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat
NADPH	: Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate-oxidase
OEH	: Ortalama Eritrosit Hacmi (MCV)
OHM	: Ortalama Hemoglobin Miktarı (MCH)
pg	: Pikogram
POD	: Peroksidaz
SOD	: Süperoksit Dismutaz
TG	: Trigliserit
TP	: Toplam Protein
TS	: Trombosit Sayısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Karanfil yağının kimyasal yapısı	7
Şekil 1.2. 2-Fenoksietanol'un kimyasal yapısı	7
Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan suyun klorunu gidermekte kullanılan filtrenin kesiti	27
Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan tankların kesiti.....	27
Şekil 3.3. Balıklardan kanın alındığı bölge.....	34
Şekil 4.1. Kan glukoz düzeyleri	48
Şekil 4.2. Gruplara göre kreatin değeri	50
Şekil 4.3. Gruplara göre ALT değeri	51
Şekil 4.4. Gruplara göre AST değeri.....	52
Şekil 4.5. Gruplara göre ALP değeri.....	53
Şekil 4.6. Gruplara göre kan kolesterol seviyeleri	55
Şekil 4.7. Gruplara göre HDL değeri	56
Şekil 4.8. Gruplara göre LDL değeri	57
Şekil 4.9. Gruplara göre potasyum değeri.....	59
Şekil 4.10. Gruplara göre klor değeri.....	60
Şekil 4.11. Gruplara göre LDH değeri	63
Şekil 4.12. Gruplara göre sedimentasyon değeri	65
Şekil 4.13. Gruplara göre lökosit sayısı	67
Şekil 4.14. Gruplara göre trombosit sayısı.....	68
Şekil 4.15. Gruplara göre Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz değeri.....	72

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Anestezide kullanılan metotlar ve uygulanan teknikler.....	3
Çizelge 1.2. Anestezi sonrasında anestezik düzey	4
Çizelge 1.3. Anestezi sonrası balığın uyanma aşamaları	5
Çizelge 1.4. Dere alabalığı ve gökkuşağı alabalığının sistematikteki yeri	10
Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan suyun kimyasal özellikleri.....	26
Çizelge 3.2. Cyanmethemoglobin metoduyla hemoglobin tayini.....	39
Çizelge 3.3. İnsan eritrosit G6PD enziminin aktivite ölçüm kuvvet içeriği	43
Çizelge 3.4. İnsan eritrosit 6PGD enziminin aktivite ölçüm kuvvet içeriği	44
Çizelge 3.5. İnsan eritrosit GR enziminin FAD'siz aktivite ölçüm kuvvet içeriği	45
Çizelge 4.1. Glukoz değerine ait varyans analiz tablosu	47
Çizelge 4.2. Uygulanan anestezik maddenin türlere göre ortalama glukoz değerleri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	47
Çizelge 4.3. Üre değerine ait varyans analiz tablosu	48
Çizelge 4.4. Uygulanan anestezik maddenin türlere göre üre miktarı	48
Çizelge 4.5. Kreatin değerine ait varyans analiz tablosu	49
Çizelge 4.6. Uygulanan anestezik maddenin türlere göre kreatin miktarı ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları	49
Çizelge 4.7. ALT değerine ait varyans analiz tablosu	50
Çizelge 4.8. Uygulanan anestezik maddenin türlere göre ortalama ALT değerleri.....	50
Çizelge 4.9. AST değerine ait varyans analiz tablosu.....	51
Çizelge 4.10. Türler göre ortalama AST değeri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları	51
Çizelge 4.11. ALP değerine ait varyans analiz tablosu.....	52
Çizelge 4.12. Uygulanan anestezik maddenin türlere göre ALP değeri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları	52
Çizelge 4.13. Total protein değerine ait varyans analiz tablosu	53
Çizelge 4.14. Uygulanan anestezik maddenin türlere göre total protein miktarı.....	53
Çizelge 4.15. Kalsiyum değerine ait varyans analiz tablosu.....	54
Çizelge 4.16. Uygulanan anestezik maddenin türlere göre kalsiyum miktarı.....	54
Çizelge 4.17. Kolesterol değerine ait varyans analiz tablosu.....	54

Çizelge 4.18. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre kolesterol miktarı ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları	55
Çizelge 4.19. HDL değerine ait varyans analiz tablosu	56
Çizelge 4.20. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre HDL değeri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları	56
Çizelge 4.21. LDL değerine ait varyans analiz tablosu	57
Çizelge 4.22. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre LDL değerleri.....	57
Çizelge 4.23. Sodyum değerine ait varyans analiz tablosu.....	58
Çizelge 4.24. Uygulanan anesteziik maddenin türlere ortalama göre sodyum miktarları	58
Çizelge 4.25. Potasyum değerine ait varyans analiz tablosu	59
Çizelge 4.26. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre potasyum miktarı ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları	59
Çizelge 4.27. Klor değerine ait varyans analiz tablosu.....	60
Çizelge 4.28. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre klor miktarı.....	60
Çizelge 4.29. Magnezyum değerine ait varyans analiz tablosu	61
Çizelge 4.30. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre magnezyum miktarı.....	61
Çizelge 4.31. Fosfor değerine ait varyans analiz tablosu.....	61
Çizelge 4.32. Uygulanan anesteziik maddelerin türlere göre fosfor miktarı	62
Çizelge 4.33. Serum Laktat Dehidrogenaz değerine ait varyans analiz tablosu	62
Çizelge 4.34. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre Serum Laktat Dehidrogenaz miktarı ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları	62
Çizelge 4.35. Hemoglobin ortalamalarına ait varyans analizi tablosu.....	63
Çizelge 4.36. Uygulanan anesteziik maddelerin türlere göre ortalama hemoglobin miktarı	64
Çizelge 4.37. Hematokrit değerleri ortalamalarına ait varyans analizi tablosu	64
Çizelge 4.38. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre ortalama hematokrit değerleri	64
Çizelge 4.39. Çökme hızına ait varyans analizi tablosu.....	65
Çizelge 4.40. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre ortalama çökme hızı ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları	65
Çizelge 4.41. Eritrosit sayısı ortalamalarına ait varyans analizi tablosu.....	66

Çizelge 4.42. Uygulanan anesteziik maddelerin türlerine göre ortalama ES sayıları	66
Çizelge 4.43. Lökosit sayısı ortalamlarına ait varyans analizi tablosu	66
Çizelge 4.44. Çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	67
Çizelge 4.45. Trombosit sayısı ortalamlarına ait varyans analizi tablosu	68
Çizelge 4.46. Uygulanan anesteziik maddelerin türlerine göre ortalama TS sayıları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	68
Çizelge 4.47. OEH ortalamlarına ait varyans analizi tablosu.....	69
Çizelge 4.48. Uygulanan anesteziik maddenin türlerine göre ortalama OEH sayıları.....	69
Çizelge 4.49. OHM ortalamlarına ait varyans analizi tablosu	70
Çizelge 4.50. Uygulanan anesteziik maddenin türlerine göre ortalama OHM sayıları.....	70
Çizelge 4.51. EOHK ortalamlarına ait varyans analizi tablosu.....	70
Çizelge 4.52. Uygulanan anesteziik maddenin türlerine göre ortalama EOHK miktarı	71
Çizelge 4.53. Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz değerine ait varyans analiz tablosu.....	71
Çizelge 4.55. 6-Fosfo Glukonat Dehidrogenaz değerine ait varyans analiz tablosu	72
Çizelge 4.56. Uygulanan anesteziik maddenin türlerine göre 6-Fosfo Glukonat Dehidrogenaz sonuçları	72
Çizelge 4.57. Glutasyon Redüktaz değerine ait varyans analiz tablosu	73
Çizelge 4.58. Uygulanan anesteziik maddenin türlerine göre ortalama Glutasyon Redüktaz değerleri	73
Çizelge 4.59. Katalaz değerine ait varyans analiz tablosu	73
Çizelge 4.60. Uygulanan anesteziik maddenin türlerine göre ortalama katalaz değerleri ..	74

1. GİRİŞ

Yerküremizde gıda ihtiyacının karşılanmasında iki ana kaynak karalar ve sular olmasına karşın, bu ikisi içinde suların yani su ürünlerinin önemi gün geçtikçe karalara nazaran daha da artmaktadır. Bu artışa insan nüfusunun çoğalması, bilinçli beslenmenin güncel hale gelmesi, kara hayvanları üretimini arttırmanın sınırlı olması, su ürünlerinin biyolojik değeri ve protein içeriklerinin yüksek olması gibi faktörlerde önemli ölçülerde etki etmekte ve ivme kazandırmaktadır (Atamanalp 2000).

Su ürünleri, deniz ve iç sulardaki bitkisel ve hayvansal organizmalar topluluğu olup kaynak olarak işletilmeleri, yetiştirilmeleri, açık deniz balıkçılığı ve ilgili konuları kapsayan çok disiplinli bir konudur. Kolay ve ucuz sağlanabilen hayvansal protein kaynaklarından birisi olan su ürünleri, gerek tarım sektörü, gerekse ulusal ekonomide henüz arzu edilen seviyede yer alamamaktadır. Tarımsal faaliyetler içerisinde değerlendirilen su ürünleri, özellikle balık yetiştiriciliği son yıllara kadar diğer tarımsal faaliyetlerde gözlenen gelişmeyi gösteremediğinden, tarımsal üretim içerisindeki payı düşük kalmıştır. Oysa su ürünleri üretim alanlarımız, ormanlık alanlarımızdan daha fazla olup tarıma elverişli alanlarımıza yakındır (Işıklı ve Albay 1993).

Tarımın diğer kollarında olduğu gibi su ürünleri yetiştiriciliğinde de organik ürünlere eğilim gün geçtikçe artmaktadır. Organik su ürünleri yetiştiriciliğinin hedefi kimyasal kullanılmadan ürünü pazara ulaştırmaktır. Oysa ki yetiştiriciliğin çeşitli aşamalarında yapılan işlemler balıklarda strese yol açarak farklı olumsuzlukları ortaya çıkarmaktadır. Bu aşamada anestezi maddelerinin kullanımı gündeme gelmekte bunlar içindede karanfil yağı gibi organik olanlar ön plana çıkmaktadır.

Anestezi, belli bir amaç için canlıya uygulanan işlemlerle canlıdaki duyu alımının, bilincin azaltılıp yok edilmesi, refleks tepkilerinin yavaşlatılıp durdurulması ile canlıya yapılacak müdahalenin kolaylaştırılması, canlının yapılacak müdahaleden acı

duymaması ve canlıdaki metabolizma hızının yavaşlatılmasının sağlanmasıdır (Çetinkaya 1991).

Akuatik canlıların karakteristik özellikleri gereği yakalanmaları ve taşınmaları esnasında oluşan stres hem fizyolojileri hem de davranışları üzerinde güçlü etkiye sahiptir. Bu nedenle balığa yapılacak basit işlemlerde bile teskin edici uygulamaların gerekli olduğu üzerinde durulmaktadır (Tytler and Hawkins 1981).

Anestezi balık biyolojisine yönelik bilimsel çalışmalarda, balık populasyonlarının incelenmesi, stok belirlemeleri, örneklemeler, canlı akvaryum balıkçılığı ve akuakültür uygulamalarında çok kullanılan bir metottur. Bu metodun uygulanmasında balıkla ilgili bilgilerin (tür, yaş, büyüklük, kondüsyon vb.), anestezi madde ile ilgili bilgilerin (kimyasal yapı, çözünürlük ve parçalanma süresi vb.) ve anestezi banyolarının uygulanacağı suyun kalitesinin (deniz suyu, tatlısu, sertlik, pH vb.) çok iyi bilinip değerlendirilmesi gerekmektedir (Çetinkaya ve Şahin 2005).

Akuakültürde ve balıkçılık araştırmalarında anestezi maddelerin kullanımının balıkların ağırlık ve uzunluk ölçümlerinde, aşılama, markalama, patolojik analizler, kan alma, cerrahi müdahale ve nakil gibi çeşitli işlemler boyunca fiziksel yaralanmayı ve stresi minimize etmek için gerekli olduğu düşünülmektedir (Hoskonen and Pirhonen 2006).

Balıklarda 1939'da anestezi amacıyla ilk kullanılan kimyasal madde eter olmuştur. 1940'ta fizyolojik denemelerde üretan kullanılmıştır. Üretan önceleri balıkların tartımı, ölçümü ve yüzgeç kesimleri için tavsiye edilmiş, daha sonraları balıklardan yumurta alımını kolaylaştırmak için kullanılmıştır. Ancak, üretanın kanserojenik olduğu belirlendikten sonra kullanımı terk edilmeye başlanılmıştır. Anestezikler ve anesteziklerin balıklara etkileri konusundaki araştırmalar 1950'li yıllarda çok yoğunlaşmış ve bu araştırmalar sonucunda balıklarda anestezi olarak kullanılan üretan, eter ve kloroform gibi kimyasallar kullanımdan kaldırılmış, yavaş etkili, istenmeyen

fizyolojik etkilere neden olan veya yeterli etkinliğe sahip olmayan bileşikler ise geniş bir kullanım alanı bulamamıştır (Çetinkaya ve Şahin 2005).

1986 yılında yalnızca bir MS-222 (Tricaine-methanesulphonate) preparatı Birleşik Devletler Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından besin olarak tüketilen balıklarda kullanılmak üzere tescil edilmiştir. CO₂ ve NaHCO₃ balık anestezisi için tescil edilmemekle birlikte gıda katkısı olarak “güvenli madde” kabul edildiğinden, belirlenmiş bir bekleme süresi olmaksızın besin olarak tüketilen balıklarda kullanımları uygun görülmektedir (Summerfelt and Smith 1990).

Genel anestezi ve sedasyon fiziksel, kimyasal ve fizyolojik metotları içeren çeşitli tekniklerle yapılabilir. Bazı teknikler akuatik canlılarda kullanılmamaktadır. Anestezide kullanılan metotlar ve uygulanan teknikler Çizelge 1.1’de verilmiştir (Heavner 1981).

Çizelge 1.1. Anestezide kullanılan metotlar ve uygulanan teknikler

Metot	Teknik
fiziksel	Hypothermia
	Elektrik akımı
	Akupunktur*
	Basınç*
kimyasal	Solunum yoluyla
	Parenteral
	Ağız yoluyla
	Rektum yoluyla*
fizyolojik	Dikkati dağıtma*

* Bu teknikler akuatik canlılarda etki göstermemiştir

Anestezi balıkçılıkta, temel olarak balığı hareketsiz hale getirerek daha kolay ve daha hızlı, daha az strese sokarak muamele etmek amacıyla, birçok deneysel ve diğer

alanlarda kullanılmaktadır. Çetinkaya ve Şahin (2005) anestezinin balıkçılıkta temel kullanım alanlarını aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır.

- a. Aşılama, ilaç, hormon enjeksiyonları
- b. Yumurta ve sperm alımı
- c. Markalama
- d. Ölçüm, tartım, fotoğraf çekimi ve boy seleksiyonu:
- e. Canlı balık taşınması
- f. Biyopsi, kan alımı, deneysel cerrahi ve tedavi
- g. Balık örnekleme, stok tahmini, ticari akvaryum balıkları avcılığı
- h. Ötenazi

Balıklarda denge-yüzme aktivitesine göre belirlenen anestezik düzeyler Çizelge 1.2’de verilmiştir (Summerfelt and Smith 1990).

Çizelge 1.2. Anestezi sonrasında anestezik düzey

Hafif yatışma (A1)	—Harici, görsel ve dokunmayla ilgi aktivitenin hafif kaybı —Operkulum hareket oranı azalması —Denge normal
Derin yatışma (A2)	—Güçlü bastırmalar hariç dışsal uyarılara tam reaktivite kaybı —Operkulum hareketinde hafif düşüş —Denge normal
Kısmi denge kaybı (A3)	—Kas tonunda kısmi kayıp —Yüzme düzensiz —Operkulum hareketinde artış —Sadece güçlü dokunma ve sallama uyarılarına reaktif
Tam denge kaybı (A4)	—Denge ve kas tonunun tam kaybı —Yavaş fakat düzenli operkulum hareketi —Omurilik refleksinin kaybı
Refleks kaybı (A5)	—Tam refleks kaybı —Operkular hareket düzensiz —Kalp atışı çok yavaş —Bütün refleksler kayıp

Anestezi sonrası balığın tekrar eski haline gelme aşamaları iyileşme olarak beş aşamada değerlendirilmiştir (Çizelge 1.3) (Keene *et al.* 1998).

Çizelge 1.3. Anestezi sonrası balığın uyanma aşamaları

R1	—Solungaç kapağı hareketinin yeniden görülmesi
R2	—Denge ve yüzmenin kısmen düzelmesi
R3	—Tam denge düzelmesi
R4	—Yüzme hareketinden ve dışsal uyarılara tepki vermeden sakınma —Davranışsal duyarsızlık
R5	—Tam davranış iyileşmesi —Normal yüzme

Balıklar için anestezi madde seçiminde toksisitesi, etkinliği, maliyeti ve kullanımındaki kısıtlamalar gibi özellikler göz önünde bulundurulmalıdır. Marking and Mayer (1985) ideal bir anestezi aranan özellikleri şu şekilde özetlemiştir.

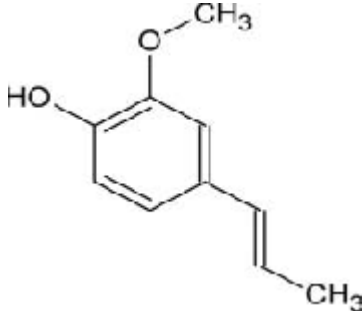
1. Uygulama süresi 3 ile 15 dk. arasında olmalıdır. Yani 3 dk. içinde anestezi balığı etkilemeli ve bu şekilde 15 dk. balık bekletilebilmelidir.
2. Kullanıldıktan sonra iyileşme süresi 5 dk. veya daha kısa olmalı. Balık iyileştirme tankına alındıktan sonra 1-2 dk. içinde hareket etmeli ve 5 dk. içinde yüzmeye başlamalıdır.
3. Balıklar için toksik olmamalı, geniş bir güvenliğe sahip olmalıdır.
4. Normal kullanımlarda elle temasta kullanıcıya zararlı olmamalıdır.
5. Balık fizyolojisi ve davranışında kalıcı etki bırakmamalıdır.
6. Çok çabuk metabolize olabilmeli, kalıntı bırakmamalı, herhangi bir atılım süresi olmamalıdır. Ancak yine insan tüketimine sunulacak balıklarda en az 21 gün bekletilme şartı uygulanmalıdır.
7. Tekrarlanan kullanımlarda kümülatif etki yapmamalı. Tekrarlanan uygulamalarda balık aynı ortamda ve aynı dozda aynı sürede anestezi olmalıdır.
8. Kullanılacak anestezi ekonomik yönden uygun olmalıdır.

Karanfil yağının MS-222 (Tricaine-methanesulphonate), kinaldin ve benzokain gibi anestezikleri içeren diğer kimyasallar ile karşılaştırıldığında bütün bu özellikleri taşıdığı bildirilmiştir (Soto and Burhanuddin 1995; Munday and Wilson 1997; Kene *et al.* 1998). Düşük konsantrasyonlarda kullanılan karanfil yağının gökkuşağı alabalığının kortizol stresini azaltmada MS-222'den daha etkili olduğu rapor edilmiştir (Sink *et al.* 2007).

Karanfil yağı, *Eugenia caryophyllata* bitkisinin gövde, yaprak ve tomurcuklarından damıtma yoluyla elde edilir. Suda çözünmeyen, kendine özgü kokusu ve tadı olan, renksiz veya soluk sarı renkli, havayla uzun süre temas ettiğinde kahverengine dönen yapıdadır (FDA 2002).

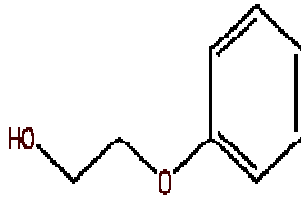
Karanfil yağı tıpta ve diş hekimliğinde kullanımı tescil edilmiş lokal bir anestezik konumundadır. Tatlı su ve deniz balıklarında 25–100 mg/l konsantrasyonlarda etkilidir. Balıkların karanfil yağına maruz bırakıldıktan sonra taze suda çabuk uyanması, zehirleyici etkisinin düşük olması, ucuz bir anestezik olması, uygun bir anestezikte bulunması gereken 8 kriterden hemen hemen hepsini taşımasından dolayı ilgi duyulan bir balık anesteziği konumuna getirmiştir (Kızak vd 2008). Karanfil yağı ile 10 dk. muamele sonucunda LC₅₀ değerleri kanal yayınında 300 mg/l (Waterstrat 1999), salmon balıkları için 62 mg/l, gökkuşağı alabalığı için 250 mg/l ve mersin balığı için 526 mg/l olarak rapor edilmiştir (Taylor and Roberts 1999).

Karanfil yağının kimyasal yapısı Şekil 1.1'de gösterilmiştir (Ross and Ross 2008). Aktif bileşenin kimyasal adı 4-alil-2-metoksifenoldür. Temel olarak eugenol fenoller (%70-90), eugenol asetat ve kariofilen-5'den oluşur. Eugenol suda tam çözülmez, organik çözücülerde çözünür (Çetinkaya ve Şahin 2005).



Şekil 1.1. Karanfil yağının kimyasal yapısı

Fenoksietanol oda sıcaklığında aromatik kokulu, renksiz veya saman renginde yağlı bir sıvı olup kimyasal yapısı Şekil 1.2’de gösterilmiştir (Ross and Ross 2008). Anestezik olarak kullanımı balığın su dışında tutulacağı zaman hareketlerinin engellenerek işlemlerin kolaylıkla yapılmasını içerir. Imamura-Kojima *et al.* (1987) 2-fenoksietanolün gökkuşağı alabalığının beyin, karaciğer, böbrek ve hava kesesinde dağıldığını ve biyolojik ömrünün yaklaşık 30 dk. olduğunu bildirmişlerdir. 2-fenoksietanol anestezisinin balıklar için LC_{50} değeri 0,286 ml/l olarak bildirilmiştir. Olumsuz etkileri nedeniyle "ideal balık anestezisi" özelliği taşımamaktadır (Çetinkaya ve Şahin 2005).



Şekil 1.2. 2-Fenoksietanol’un kimyasal yapısı

2-fenoksietanol bakterisit ve fungusit özelliği olan, cerrahi operasyonlarda kullanılabilen, uzun süreli etkisinin olması nedeniyle güncel bir anestezik olarak ortaya çıkmaktadır. Gökkuşağı alabalığında cerrahi operasyonlar için gerekli doz 385 mg/lt’dir. Barton and Helfrich (1981) gökkuşağı alabalığının larvaları için bu dozun

0,25 cm³/lt olması gerektiğini bildirmişlerdir. Takashima *et al.* (1983) 100-200 gr ağırlıktaki 1 yaşlı alabalıkların 200 ppm'de anestezi etkisini uzun zamanlı olarak göstereceğini ifade etmişlerdir. Balığın solüsyona daldırıldıktan sonra serum kortizol seviyesinin hızla arttığını ve stresin 2-fenoksietanol ile anestezi sonrasında azalmadığını bildirmişlerdir. Sehdev *et al.* (1963) 11°C'de etkili dozun 0,09 ve letal dozun 29 cm³/lt olduğunu ve anestezinin 4°C'de arttığını rapor etmişlerdir. McCarter (1992) gümüş sazanı ve ot sazanında 0,2 cm³/lt'lik solüsyonun etkili olduğunu ve bu dozun sperm hareketliliğini etkilemediğini belirtmiştir. Yamamitsu and Itazawa (1988) sazan balığında derin anestezinin 400-800 ppm'de gerçekleştiğini rapor etmişlerdir.

Balıklara zarar vermeden amaca uygun bir anestezi sağlayabilmek için anesteziye etki eden faktörler iyi bilinmeli ve değerlendirilmelidir. Balıklarda biyolojik ve çevresel olarak anesteziyi etkileyen faktörleri Çetinkaya ve Şahin (2005) aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır.

- a. Tür farklılığı
- b. Bireysel farklılıklar
- c. Balık yaşı, büyüklüğü ve kondüsyon
- d. Anestezik çeşidi, konsantrasyonu, maruz bırakma süresi
- e. Su kalitesi

Balık anestezisi ile insanlara ve kara hayvanlarına uygulanan anestezi kısmen farklılık gösterir. Bu farklılık balıkların soğukkanlı olmaları, metabolizma oranının yaşadıkları suyun sıcaklığına bağlı olması ve su kalitesinin anestezik maddeyi etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Su kalitesi bağlamında anesteziyi en fazla etkileyen unsurlar suyun genel bileşimi, tuzlu veya tatlısu olması, suyun sertliği, pH değeri ve değişimi, tampon kapasitesi, suda bulunan metabolik atıkların düzeyi ve en önemlisi de su sıcaklığıdır. Sudaki tuzlar ve diğer kimyasallar anestezik maddenin sudan solungaç yolu ile alınmasını etkiler (Çetinkaya ve Şahin 2005).

Balık anestezisini etkileyen faktörler biyolojik ve çevresel faktörler olarak iki başlık altında incelenmektedir. Anestezik maddelerin etkili olduğu oran, balık türleri arasında oldukça çeşitlilik gösteren vücut ağırlığı ve solungaç yüzeyi ile ilgilidir. 100 gr salmon balığının vücut ve solungaç yüzeyi benzer ağırlıktaki dil balığı veya yılan balığından farklıdır. Akuatik türler kimyasalların absorpsiyonunu ve anestezinin alımını etkileyen farklı metabolik oranlara sahiptir. Örneğin, anestezi konsantrasyonuna soğuk su balıklarının sıcak su balıklarından daha düşük seviyede cevap verdiği, daha büyük bireylerinde küçük bireylerden daha fazla konsantrasyonda anestezige ihtiyaç duyduğu, aktif olan balıkların pasif olan balıklardan daha çabuk anestezie girdikleri ve hastalıklı veya güçsüz olan balıkların anestezi muamelesine daha hassas olduğu bildirilmiştir. Akuatik canlılar ve balıklar soğukkanlı canlılar olduklarından vücut sıcaklıkları yaşadıkları çevrenin sıcaklığına yakın değerlere sahiptir. Anestezinin fizikokimyasal yayılımı sıcaklıkla ilgili olduğundan ve absorpsiyon oranı düşük sıcaklıklarda azalacağından daha yüksek dozlar veya daha uzun maruz kalma süresinin gerekli olduğu rapor edilmiştir (Coyle *et al.* 2004).

Anesteziden çıkma anestezik maddenin dozu ve uygulama süresi ile ilgili bir durumdur. Kısa süreli maruz kalma sonucunda uyanma yavaş bir şekilde gerçekleşir. Pirhonen and Schreck (2003) gökkuşağı alabalığının anesteziden 4 saat sonra yem almasına rağmen anestezi yapılmayan kontrol grubu ile karşılaştırıldığında karanfil yağının yem alımını azalttığını bildirmişlerdir. Hoskonen and Pirhonen (2006) karanfil yağı ile tekrarlı anestezi yapmanın gökkuşağı alabalığının büyümesi üzerine önemli bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

Su ürünleri yetiştiriciliği kapsamında; özellikle soğuk su balığı olan alabalık yetiştiriciliği, dünyanın birçok ülkesinde geniş çevresel koşullar altında yapılmaktadır. Bu nedenle bölgelere ve ülkelere göre üretme amaçları ve planları birbirinden farklılıklar gösterebilir. Ancak, ister tatlı suda 200-250 gr'lık, ister deniz ortamında 5 kg olarak yetiştirilsinler hepsinin üretim prensipleri aynı esaslara dayanır. Alabalık yetiştiricilerinin ortak amacı, daha üretken, hastalıklara karşı dirençli ve yüksek kalitede ete sahip balıklar üretmektir.

Alabalık türleri içerisinde yoğun ve yaygın yetiştiriciliği yapılan en önemli tür Salmonidae familyasına ait olan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'dır (Çizelge 1.4). Alabalık ülkemizde hem karasal havuzlarda, hem baraj gölleri ve denizde kafeslerde yetiştiriciliği yapılan bir balık türüdür. Diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de gökkuşağı alabalığı, yetiştiriciliği en yaygın yapılan türdür (Geldiay ve Balık 1996).

Çizelge 1.4. Dere alabalığı ve gökkuşağı alabalığının sistematikteki yeri

Filum	Chordata	Chordata
Alt Filum	Vertabrata	Vertabrata
Sınıf	Chondrostoi	Chondrostoi
Takım	Salmoniformes	Salmoniformes
Alt Takım	Salmonoidei	Salmonoidei
Familya	Salmonidae	Salmonidae
Alt Familya	Salmoninae	Salmoninae
Cins	Salmo	Oncorhynchus
Tür	<i>Salmo trutta</i>	<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum, 1792
Alt Tür	<i>Salmo trutta fario</i> Linneaus, 1758	

Kuzey Amerika kökenli bir balık türü olan gökkuşağı alabalığında vücut, tıknaz ve az basık olup, sırt yüzgeci 10, anal yüzgeci ise 8-12 yumuşak ışına sahiptir D IV, 10; A III, 10; V I, 8; P I, 12; C 19 ışınlıdır. Pulları, sikloit ve küçüktür. Yanal çizgi tam, az öne doğru 135 ile 150 adet pulla kaplanmıştır. Kafanın üst kısmı ve arkası çelik mavisi, mavi-yeşil, sarı-yeşil ve hemen hemen kahverengidir. Vücut kenarları gümüşü, beyaz veya soluksarı-yeşilden griye eğilimli olan bir renktir. Karın kısmı gümüşü beyaz veya sarıdır. Yine vücut kenarlarında pembe, mavimtrak veya geniş açık bir pembe bant ile çok sayıda küçük lekeler mevcuttur. Anaçlarda yumurtlama zamanı renk çok koyu ve

yanal çizgi ise çok kırmızı renk alır. Vücudunda çok sayıda küçük siyah beneklere sahip oluşu ve yan çizginin gökkuşağı renginde oluşu ile diğer türlerden kolayca ayırtedilirler (Çelikkale 1988).

Dere alabalığı, Salmonidae familyasından olan *Salmo trutta*'nın alt türlerinden *Salmo trutta fario* (Linnaeus 1758), dere ekotipi olarak sistematikteki yerini almıştır. Tüm hayatları boyunca tatlı sularda yaşadıklarından dolayı "Hakiki Alabalık" grubuna giren dere alabalıkları, deniz ve akarsular arasında göç etmedikleri halde, bir akarsuyun bünyesi içinde kısa mesafeli göçler yapmaktadırlar. Adaptasyon yeteneğinin zayıf, yem alımının kötü, kuluçka devresinin uzun ve kuluçka randımanının düşük olması nedeniyle yetiştiricilikte daha az öneme sahiptir. (Çelikkale 1999; Geldiay ve Balık 1996).

Dere alabalığı D II-IV, 9-11; P I, 12; V I, 12; A III, 7-8; C 18-21 ışına, Linea Lateraliste 110-120 pula sahip, vücudu tıknaz ve torpil şeklinde olup yan taraflarından biraz basıktır. Renkleri yaşadığı ortama göre çok değişkendir. Genel renk kahverengi, yeşil veya mavi renk tonlarındaki kahverengi, fakat çok miktarda pembemsi mor ve seyrek olmayan oranda da siyaha rastlanmaktadır. Yan kısımları daha çok açık mavi, portakal rengi veya sarımtırak halkalarla çevrilmiş kırmızı veya siyah noktalarla kaplıdır. Özellikle yavrularda çok karakteristik olan kırmızı benekler, büyüdüğü zaman da aynı kalmakta ve hayatları boyunca kaybolmamaktadır (Çelikkale 1999).

Akarsularda dere alabalığı, uygun vücut şekli ile çok hızlı hareket edebilir. Avlanırken su bitkilerinin arkasına saklanır ve sonra ani bir atılış ile saldırır. Tipik soğuksu balığı olan dere alabalığı berrak, bol oksijenli soğuk sularda özellikle akarsularda bulunur. Başlıca besinlerini tricopterlerin larva ve erginleri, küçük krustaseler ve balık larvaları oluşturur. Eşeyssel olgunluğa 2-4 yaşlarında ulaşan bu türün üreme periyodu eylül-aralık ayları arasındadır (Çelikkale 1988; Geldiay ve Balık 1996).

Balık, akuatik çevrenin koşullarını ve değişimini belirlemede biyoindikatör olarak kullanılan canlılardan birisidir. Bu nedenle, ekosistemdeki değişimlere bağlı olarak

balığın çeşitli seviyelerde bu değişimlere gösterdiği tepkilerin derecelerinin ve şeklinin bilinmesi gerekmektedir. Balık kanı, omurgalı sucul canlıların biyolojik göstergeleri olduğu gibi, çevresel ve insan kaynaklı stres faktörlerinin etkilerini ve ekosistem sağlığını da gösterir (Heath 1990; Luskova 1997).

Balıklar üzerinde yapılan çalışmalar sistematik, biyolojik, fizyolojik, biyokimyasal, histolojik, hematolojik ve parazitolojik yönlerden olabilmektedir. Hematoloji, balığın kanındaki kan hücrelerini ve bunlarla ilgili kan parametrelerini incelemekte ve değerlendirmektedir (Yılayaz ve Bitmiş 2002).

Doğada yaşayan balıkların hematolojik değerlerinin belirlenmesi, populasyonların tanısında ve su ortamında kirleticiler ile ilgili bilgilerin saptanmasında yardımcı olmaktadır. Kanın fiziksel ve kimyasal yapısı, organizmadaki değişiklikleri doğru bir şekilde yansıttığı gibi farklı yaş gruplarında ve farklı ekolojik ortamlarda yaşayan balıkların metabolizmaları hakkında da yeterli bilgi vermektedir. Balıkların kan yapısını yaş, eşey, mevsim, yakalama yöntemi, cinsi olgunluk, uzunluk, ağırlık, su sıcaklığı, pH, beslenme vb. faktörler etkilemektedir. Bu nedenledir ki, hematolojinin kültür balıkçılığında kullanma alanları oldukça yaygındır (Başusta 2005).

Hematoloji, balık bilimi ile ilgili olarak balıkların fizyolojik durumlarının belirlenmesinin yanı sıra su ortamlarında hızla artan kimyasal kirlenmenin balıklar üzerindeki stres düzeyini belirlemede de yararlanılan bir bilim dalıdır. Hematolojik bilgiler su ortamındaki kirleticilerin sucul organizmalara verdikleri zararların belirlenmesinde yardımcı olur (Kayhan vd 2009).

Balıklarda, hastalıkların ve çevresel faktörlerin yaratacağı durumun belirlenmesinde normal hematolojik değerlere yer verilmesi kaçınılmazdır. Hematolojinin değişen çevresel koşullarda ve normal koşullarda değerlerinin belirlenmesi, populasyonlar arasındaki tanıda ve su ortamındaki kirleticiler ile ilgili bilgilerin saptanmasında yardımcı olur. Hematoloji balık hastalıklarının tanısının yanısıra, beslenme ve çevresel etmenlerin etkilerini de belirleyen bir bilim dalıdır (Atamanalp 2003).

Hayvanlarda kan parametrelerinin değeriendirilmesi, önemli bir araç ve alışıla gelmiş bir yöntemdir. Bu teknik ile hayvanın fizyolojik durumu ile ilgili güvenilir kararlar verebilmek mümkün olur. Biyolojik ve çevresel faktörlerin etkisi altındaki bir organizmada meydana gelebilecek kompleks fizyolojik ve biyokimyasal değışikliklerin tüm hemapoietik sistemle bağlantılı olduğu bildirilmektedir (Rimsh and Adamova 1973).

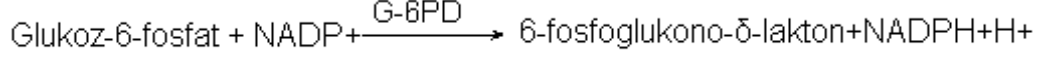
Balıklarda kan parametreleri stres ölçümünde kullanılmaktadır. Eritrosit sayısındaki değışim stresin belirlenmesinde kullanılan önemli parametrelerden birisidir. Bunun yanında kanın pıhtılaşma süresi ve lökosit sayısı güvenilir stres seviyesi indikatörlerindendir (Öğüt 2005).

Kan dokusu organizmada meydana gelen fiziksel ve kimyasal değışiklikleri doğru ve tam olarak yansıtmaktadır (Kocabatmaz ve Ekingen 1982). Bu nedenle memeliler ve balıklarda kanın analizi; metabolik bozukluklar ve sepsisemik hastalıklarda geniş uygulama alanı bulmaktadır. Bununla birlikte immünostimulantların vücutta oluşturduğu fizyolojik değışiklikleri ortaya koyması bakımından da önemlidir. Hematokrit düzeyi balık sağlığı için genel bir indikatördür. Bu parametre, balık sağlığı hakkında ipuçları vermekte ve immünostimulantlardan kaynaklanan anormaliteleri açıklamaya yardım etmektedir (Anderson 1992).

Enzimler canlı hücreler tarafından sentezlenen ve canlı metabolizmasındaki kimyasal reaksiyonları hızlandıran ve hiçbir yan ürün oluşturmada n %100 ürün verimi sağlayan biyolojik katalizörlerdir. Enzimlerin en önemli özellikleri katalizleme güçleri ve spesifiklikleridir. Katalitik RNA moleküllerin küçük bir grubu hariç tutulduğunda bütün enzimler protein yapısındadır (Keha ve Küfrevioğlu 2000).

Glukoz 6-fosfat dehidrogenaz (D-Glukoz 6-fosfat: NADP⁺ 1-Oksidoredüktaz E.C. 1.1.1.49) enzimi, pentoz fosfat yolunun en önemli enzimlerinden biridir. Bu enzimin katalizlediği reaksiyon fizyolojik şartlarda pentoz fosfat yolunun ilk reaksiyonu olup, kontrol noktasını oluşturmaktadır. Hemen hemen bütün hayvan dokularında, bitkilerde,

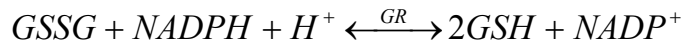
mayalarda ve mikroorganizmalarda bulunur. Bu enzim, aşağıdaki reaksiyonu katalizler (Anderson *et al.* 1974; Bergmeyer and Grabl 1983; Keha ve Küfrevioğlu 2000).



Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz (G-6PD) aktivitesi beslenme, hormonlar ve özellikle NADPH konsantrasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Enzimin doğal substratı glukoz-6-fosfattır (Ayala *et al.* 1991).

Altı fosfo Glikonat Dehidrogenaz enzimi canlı yaşamında çok önemli olan NADPH ve Riboz 5 fosfat gibi moleküllerin sentezinden sorumludur ve enzimle ilgili bir bozukluk canlı için olumsuz olabilecek bir çok durum ortaya çıkarmaktadır. 6-PGD eksikliğinde hücrede 6 PG glikoz metabolizmasını olumsuz yönde etkiler. Yaşamsal öneminden dolayı 6 PGD'nin çeşitli türlerden saflaştırılması, yapısal ve kinetik özelliklerinin ortaya çıkarılması gerekmektedir (Tandoğan ve Ulu 2003)

Glutatyon redüktaz (GR) enzimi ilk defa 1951'de tanımlanmıştır. Bu enzim düşük veya yüksek molekül ağırlıklı disülfür substratları ile indirgenmiş piridin nükleotidleri arasında elektron transferini katalizler.



Glutatyon redüktaz enziminin katalizlediği reaksiyonun bilinen en önemli hedeflerinden biri hücre ortamındaki GSH (Redükte glutatyon)/GSSG (Okside glutatyon) oranını korumaktır. Bu oran eritrosit hücrelerinde yaklaşık 500/1'dir. Bu oranın daha düşük olduğu zaman eritrosit hücreleri hemoliz olmaktadır (Keha ve Küfrevioğlu 2000). Glutatyon redüktaz klinik kimyada karaciğer ve kanser hastalıklarının belirlenmesinde, beslenmede, riboflavin yetersizliğinin ölçümünde ve bazı genetik eksikliklerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Beutler 1969).

Pentoz fosfat yolu, eritrositlerde, okside glutatyonun indirgenmesini katalizleyen glutatyon redüktaz için NADPH (Nikotinamid adenin dinükleotit fosfat) sağlayarak methemoglobinin redüksiyonunu gerçekleştirmektedir (Siems *et al.* 2000). Sitokrom P-450 sistemi, glutatyon peroksidaz, glutatyon redüktaz, 6-PGD'nin ürünü olan NADPH'yi indirgeyici güç olarak kullanmaktadırlar (Murray *et al.* 1993).

Katalaz genellikle H_2O_2 (Hidrojen Peroksit) üreten enzimlerin lokalize olduğu peroksizomlarda bulunmaktadır. Balıklarda, amfibilerde ve memelilerde karaciğer, böbrek, kalp ve beyinde yüksekten düşüğe doğru aktivite dağılımı göstermektedir (Ahmad *et al.* 1995)

Katalaz (CAT:EC 1.11.1.6), protein yapısında bol miktarda bulunan karakteristik bir enzimdir. Bu enzim yaygın bir şekilde hayvan, bitki ve mikroorganizmada mevcuttur. Ayrıca toksik hidrojen peroksidi hücrelerden uzaklaştırmada da önemli bir rol oynar (DeDuve 1983). Biyolojik ve biyokimyasal sistemlerde katalaz (CAT), peroksidaz (POD), glutatyon redüktaz (GSSG-Rx) ve süperoksit dismutaz (SOD) antioksidant etkiye sahip enzimlerdir. Antioksidant savunma sistemi, hücreyi serbest radikal veya diğer reaktif moleküllerin oksidatif hasarından korur. Bundan dolayı bu savunma sisteminde CAT, POD, GSSG-Rx ve SOD gibi antioksidant enzimler büyük öneme sahiptir. Serbest radikallerin zararlı etkileri hücrelerdeki antioksidant savunma sistemleri tarafından kontrol edilir (Gülçin 2002). Katalaz canlı organizmanın eritrosit, karaciğer, böbrek, kemik iliği ve çeşitli dokularında bulunur (Demir vd 2004).

Katalaz (Hidrojen Peroksit: Hidrojen Peroksit Oksidoredüktaz), hidrojen peroksitin suya dönüştürülmesini tek yönlü olarak gerçekleştirir (Kunce and Trelease 1986; Havir and Mchale 1987; Keha ve Küfrevioğlu 2000) ve prostetik grup olarak hem gurubunu içerir (Kar and Mishra 1976; Yamaguchi and Nishimura 1984). Omurgalılarda, omurgasızlarda, bitkilerde ve mantarlarda mevcut olup yüksek bir turnover sayısına ($5 \times 10^6 \text{ s}^{-1}$) sahiptir (Odabaşoğlu 1988).

Bu çalışma gökkuşuğı ve dere alabalığının karanfil yağı ve fenoksietanol anestejik maddesi ile muamelesi sonucunda alınan kan örnekleri ile kan biyokimyası ve hematoloji parametrelerinin analiz edilmesi ve bazı enzimleri (GR, G-6PD, 6-PGD, Katalaz) kan numunelerinden saflaştırtıp karakterize ederek *in vitro* ortamda fizyolojik cevaplarının tam olarak belirlenebilmesi için gerekli olan temeli oluşturmak amacıyla yapılmıştır.

Organik bir anestejik olan karanfil yağının sentetik muadillerinden eksik yönünün bulunmadığı ve iç su balığı yetiştiriciliğinde önemli türlere olumsuz etkilerinin olmadığına ortaya konulması hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Karanfil yağı, *Eugenia caryophyllatta* bitkisinin gövde, yaprak ve tomurcuklarından damıtma yoluyla elde edilir. Suda çözünmeyen, kendine özgü kokusu ve tadı olan, renksiz veya soluk sarı renkli, havayla uzun süre temas ettiğinde kahverengine dönen yapıdadır. Özgül ağırlığı 1,034–1,061 (25°C’de), kaynama noktası 240°C, donma noktası -17,8-20°C’dir. Etken madde yaklaşık %85–95 eugenol (4-ally-methoxyphenol- $C_{10}H_{12}O_2$), %5–15 isoeugenol ve methyleugenol’dur (Çetinkaya ve Şahin 2005).

Renksiz yağlı bir sıvı olan 2-fenoksietanol anestezi maddesinin molekül ağırlığı 138,2, kaynama noktası 245°C, yoğunluğu 1,1’dir. Suda veya etanol içinde çözülerek kullanılır. 2-fenoksietanol sıvı formda bir kimyasaldır (Weyl *et al.* 1996).

Gökkuşaağı alabalığında 20-40 mg/l doz hafif anestezi sağlarken, 100-120 mg/l doz ise derin anestezi oluşturur (Anderson *et al.* 1997). Barton and Helfrich (1981) gökkuşaağı alabalığının larvaları için bu dozun 0,25 cm³/lt olması gerektiğini bildirmiştir.

Karanfil yağının akuatik canlılarda etkili bir anestezi olduğu konusunda pek çok çalışma yapılmıştır. Endo *et al.* (1972) japon balığı ve Hisaka *et al.* (1986) sazan balığında 25–100 ppm karanfil yağının etkili bir anestezi olduğunu bildirmişlerdir. Soto (1995) tavşan balığında 100 mg/lt’nin etkili olduğunu, balığın 35–40 saniyede dengesini kaybettiğini ve 3 dk. içinde uyandığını rapor etmiştir. Keene *et al.* (1998) karanfil yağının 8–96 saat LC₅₀ değerinin yaklaşık 9 ppm’de olduğunu, 40-60 ppm doz cerrahi operasyonlar için etkili, 2-5 ppm gibi düşük dozların taşıma işlemleri için uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Mattson and Rippe (1989) 2-fenoksietanolün morina balıklarında hızlı anestezi oluşturmada yetersiz olduğunu, 0,3-0,6 ml/l konsantrasyonlarda mortalite olmadığını buna rağmen iyileşme sürecinin kısa olduğunu belirtmişlerdir.

Erbucan (1993) sazan balıklarının anestezisinde 2-fenoksietanol, benzokain ve klorbutonolun farklı derişimlerinin çeşitli sıcaklıklarda etkilerini incelemiş ve 2-fenoksietanolun kullanım kolaylığı, erken anestezi, erken iyileşme ve güvenilirlik bakımından benzokain ve klorbutonal anesteziklerine göre daha ideal olduğunu bildirmiştir.

Gökkuşığı alabalığının yavru ve erginlerinde karanfil yağı ve MS-222 anestezik maddelerinin etkileri karşılaştırılmış ve karanfil yağının her yaş grubunda MS-222 kadar etkili olduğu gözlenmiştir. Test edilen konsantrasyonlarda karanfil yağının ve MS-222'nin denemedeki balıkların yüzme performanslarına zarar vermediği belirlenmiştir (Anderson *et al.* 1997).

Anderson *et al.* (1997) karanfil yağı ile muamele edilen gökkuşığı alabalığı yavruları için uyanma zamanının MS-222 anestezisine göre daha uzun olduğunu, ancak yetişkin alabalıklarda bu iki madde arasında fark olmadığını bildirmişlerdir.

Hseu *et al.* (1997) teleost balıklarda 4 farklı tür üzerinde farklı konsantrasyonlarda 2-fenoksietanolün anestezik etkisini karşılaştırmışlardır. Aynı konsantrasyonlarda 2-fenoksietanol ile anestezi edilen balıkların indüksiyon zamanı birbirinden farklı bulunmuştur.

Anderson *et al.* (1997) karanfil yağının gökkuşığı alabalığının larva ve erginlerinde MS-222 kadar etkili olduğunu ve anestezi sonrasında kritik yüzme hızını etkilemediğini bildirmişlerdir. Wagner *et al.* (1997) ise karanfil yağının balıklardaki yakalanma ve kan alımı için kısa süreli stres durumlarını azaltmada daha etkili olduğunu rapor etmişlerdir. 2-fenoksietanolün gökkuşığı alabalığında dorsal aort damardaki kan basıncının düşmesine sebep olduğu bildirilmiştir (Fredricks *et al.* 1993).

Karanfil yağı diğer anesteziklere oranla, anesteziye girme süresi kısa, çıkma süresi ise uzundur. Bunun en önemli nedeni, yüksek lipit çözünürlüğü ve solunum hızının düşüşü sonucu vücuttan atılmasının uzun sürmesidir (Keene *et al.* 1998).

Keene *et al.* (1998) karanfil yağının akuakültür çalışmalarında uygun anestezik olduğunu, bu konsantrasyonlarda anestezinin 4 dk. içinde gerçekleştiğini ve balığın en fazla 14 dk. içinde uyandığını tespit etmişlerdir. Balık anestezisi olarak karanfil yağı konsantrasyonunun 30 mg/lt olarak kullanılması rapor edilmiştir (Svobodova and Kolarova 1999; Prince and Powell 2000).

Tatlısu balıklarında anestezik olarak karanfil yağının etkinliğini belirlemek için yapılan çalışmada, balıklar 20, 50 ve 80 mg/lt karanfil yağı ile muamele edilmişlerdir. Balıkların 6–12 dk. içerisinde elle dokunulabildiği, 12 dk. sonra uyandıkları ve 20 dk. sonra hareketlerinin normale döndüğü gözlenmiştir (Kumar *et al.* 1999).

Dere alabalığı yavruları için deneme tanklarına karanfil yağı 50, 100, 200 mg/lt dozlarında ilave edilmiştir. Denge kaybına (anestezisi) ulaşmaları, sırasıyla 9 dk., 3 dk. ve 2 dk.'da gerçekleşmiştir. Anesteziden çıkmaları için temiz suya bırakıldıklarında, iyileşmeleri için geçen sürenin ise sırasıyla 1 dk., 4 dk. ve 4 dk. olduğu bildirilmiştir (Taylor and Roberts 1999).

Small (2003) metomidate ve karanfil yağı ile muamele edilen kanal kedi balığında kortizol seviyesinin anestezinin 30 dk.sı boyunca olması gereken seviyede kaldığını ve MS-222 ile yapılan anesteziden 8 kat daha az olduğunu tespit etmiştir. Wagner *et al.* (2003) karanfil yağı ile anestezinin gökkuşağı alabalığının plazma kortizol seviyesini MS-222'den daha az yükselttiğini, stres faktörünü azaltmada etkili, akuakültür ve araştırmalar için ideal bir anestezik olduğunu rapor etmişlerdir.

Karanfil yağı ve 2-fenoksietanol anestezik maddeleri lipofiliktir. Solungaç epitelyumuna oldukça çabuk nüfuz eder ve kan sirkülasyonu olur olmaz yağ ve beyin gibi vücut dokularında absorbe edilir (Summerfelt and Smith 1990; Stoskopf 1993). Balıklar anestezik banyosuna ne kadar kısa süreli maruz bırakılırsa anesteziklerin vücut tarafından absorbe edilme miktarları o kadar az olur ve temiz suya alınır alınmaz balığın uyanması ve anestezinin kanından uzaklaşması o kadar hızlı olur (Sladky *et al.* 2001).

Anesteziiden uyanma zamanı anestezinin dozuna bağılı olarak değışkenlik göstermektedir. Fakat daha yüksek dozda anesteziik maddeye maruz kalma sonucunda uyanma zamanı daha kısa olmaktadır. Bu gözlem başlangıçta sezgisel görünmesine rağmen daha yüksek dozdaki anestezinin daha hızlı alınması ile ifade edilebilir. Böylece balık anestezi tankından alınır ve düşük dozda anestezige maruz kalan balıktan daha erken temiz suya konulur (Tort *et al.* 2002)

Tort *et al.* (2002) çipura (*Sparus aurata* L.) ve gökkuşaağı alabalığında 2-fenoksietanol ve karanfil yağıyla yaptığı çalışmada, karanfil yağının çipura kan değerlerinde önemli bir değişiklik yapmadığını, 0,1 ml/l dozun kırmızı kan hücreleri ve hemoglobin düzeyinde artışa sebep olduğunu, ancak her iki anestezinin de (0,2 ml/l karanfil yağı dışında) plazma kortizol düzeyinde önemli bir fark oluşturmadığını bildirmişlerdir.

Gökkuşaağı alabalığının yem alımı ve plazma kortizol seviyeleri üzerine MS-222, karanfil yağı ve CO₂ ile anestezinin etkilerinin incelendiği çalışmalarda MS-222 veya karanfil yağı ile muamele edilen gruplarda yem alımı kontrol grubundan daha düşük olarak belirlenmiştir. Plazma kortizol seviyeleri anesteziden 48 saat sonra değerlendirilmiş ve gruplar arasında fark görülmemiştir. Sonuçlar karanfil yağının MS-222 anestezisine alternatif olabileceğini göstermiştir (Pirhonen and Schreck 2003).

Gökkuşaağı alabalığının kan biyokimyası üzerine karanfil yağı ve MS-222'nin etkileri araştırılmış, eşit konsantrasyonda anesteziik maddeye maruz kalan balığın karanfil yağı ile anestezi sonrasında glukoz ve laktat seviyelerinde önemli derecede artışın dışında önemli bir fark gözlenmemiştir. Deneme grubu ile kontrol grubu karşılaştırıldığında plazma kortizol seviyelerinde artışın muamele grubunda daha düşük, MS-222 anestezisine maruz kalan balığın daha yüksek kortizol seviyesine sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgularda karanfil yağının daha etkili ve alternatif bir balık anestezisi olduğu bildirilmiştir (Wagner *et al.* 2003).

Keene *et al.* (1998) ise 20 g gökkuşaağı alabalığında 96 saat LC₅₀ dozunu yaklaşık 9 mg/l olarak bildirmiştir. Gökkuşaağı alabalığında tekrarlı maruz bırakmalarda indüksiyon

ve iyileşmede istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiş ancak sıcaklık artışıyla sürenin kısaldığı belirlenmiştir (Hoskonen and Pirhonen 2004).

Sazanlarda (*Cyprinus carpio*) karanfil yağının 30–50 mg/l konsantrasyonu güvenli ve etkili, 40 mg/l konsantrasyonun 3dk.’dan az bir sürede anestezi oluşturduğu ve doza bağlı olmadan 4dk.’da anesteziyen çıktığı bildirilmiştir (Hajek *et al.* 2006). Su sıcaklığının 13,7–15°C, pH değerinin 7,4–7,86 ve çözünmüş oksijen doygunluğunun %76–96 olduğu koşullarda, gökkuşağı alabalığında (40g) 96 saat LC₅₀ değeri 14,1 mg/l, LC_{99,9} değeri 16,2 mg/l, 10 dk. değerleri sırasıyla 81,1, 63,9, 100,1 mg/l olarak kaydedilmiştir. Kontrol, anestezi sonrası ve anesteziyen 24 saat sonrası gruplarda kan parametrelerinde önemli farklılıklar gözlenmemiştir (Velisek *et al.* 2005).

Mylonas *et al.* (2005) çipurada (*Sparus aurata* L.) 15°C’de 55 mg/l ve 25°C’de 40 mg/l, levrekte (*Dicentrarchus labrax*) ise 15°C’de 30 mg/l ve 25°C’de 25 mg/l karanfil yağı dozunun 3 dk.dan az sürede anestezi 5 (A5) düzeyine ulaşıldığını belirlemişlerdir. 2-fenoksietanol ve karanfil yağıyla yapılan karşılaştırmalı çalışmada, 3. saatte tekrarlı anesteziye indüksiyon ve iyileşme zamanında artış olmuştur. 24. saatte tekrarlı anesteziye indüksiyon zamanı 3. saat uygulamasıyla neredeyse aynı olmasına karşın, iyileşme zamanı, ilk iyileşme zamanıyla benzer sonuçlar göstermiştir. Sonuç olarak karanfil yağının 2-fenoksietanolün kullanıldığı her yerde kullanılabileceği ileri sürülmüştür.

Yapılan bir diğer çalışmada gökkuşağı alabalığına karanfil yağının etkileri incelenmiş ve hematolojik parametreler üzerine etkili olmadığı belirlenmiştir. Anesteziyen 10 dk. sonra glukoz ve amonyak konsantrasyonlarında önemli bir artış, Aspartate Amino Transferaz (AST) aktivitesinde önemli bir azalma gözlenmesine rağmen diğer biyokimyasal parametrelerde önemli bir etki oluşturmadığı bildirilmiştir (Velisek *et al.* 2005).

MS-222 ve karanfil yağı anestezikleri ile muamele edilen gökkuşağı alabalığı yavrularının yem alımı, büyüme ve yem değerlendirme oranlarının karşılaştırıldığı bir

Çalışmada hepatosomatik indeks değerleri lm ve bu değerlerin normal değerlerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Hoskonen and Pirhonen 2006).

Gökkuşağı alabalığı ve sazan balığının hematolojik parametreleri üzerine 2-fenoksietanol anesteziğinin etkilerinin incelendiği çalışmada fenoksietanolun önerilen dozu ile anestezi yapılmış ve 10 dk. ve 24 saat sonrasında hematoloji profili belirlenmiştir. 10 dk. sonra sazan balığının hematokrit değerlerinde önemli artış meydana gelmiş ve 24 saat içerisinde bu değerler normale dnmştir. Gökkuşağı alabalığında ise fenoksietanol anesteziğinin hematolojik parametrelerde herhangi bir etki oluşturmadığı rapor edilmiştir (Velisek *et al.* 2007).

Velisek *et al.* (2009) balıkların strese girmelerini azaltmak için balık anesteziği olarak MS-222'ye alternatif olan karanfil yağı ve 2-fenoksietanol anesteziklerinin uygulanabilirliğini test etmişlerdir. Balıklar iki gruba ayrılarak birinci gruptan 10 dk. anesteziden hemen sonra, diğer grupta 10 dk. anestezi uygulamasından 24 saat sonra örnekler alınmış ve anestezi sonrasında iç organlar ile dokularda belirgin olmayan değişimlerin oluştuğu bildirilmiştir.

Karanfil yağı ve 2-fenoksietanolün farklı yoğunluk ve sıcaklıklarda gökkuşağı alabalığı üzerindeki anestezik etkilerinin incelendiği çalışmada, 2-fenoksietanolün 0,2 ml/l konsantrasyonu hariç tüm konsantrasyonlarda ve her sıcaklık uygulamasında, karanfil yağının ise tüm konsantrasyon ve sıcaklık uygulamalarında tam denge kaybı 1,05-3,36 dk. arasında tespit edilmiştir (Yıldız 2010).

Enzimler hücre içinde sentez edilirler ve amaçları doğrultusunda kullanılırlar. Fakat bazı patolojik hallerde, hücrelerarası sıvısındaki veya kan plazmasındaki enzim düzeyi artar. Bunun sebebi enzim sentezinin artmasının olabileceği gibi, hücre zarının geçirgenliğinin artması veya hücrenin parçalanması yani hücre nekrozu sonucu da olabileceği bildirilmiştir (Lehninger 1988).

Glukoz-6-fosfat dehidrogenaz (G-6PD) pentoz fosfat metabolik yolunun ilk ve kontrol enzimidir (Mehta *et al.* 2000). Bu enzim bakteri, protozoa, mantar, sinek, balık ve memelileri içeren geniş bir canlı topluluğunda bulunmuştur. Son yapılan çalışmalarda tavşan karaciğerinin mikrozomunda da olduğu tespit edilmiştir (Cacciaputi and Lessie 1977; Deutsch 1983; Fickenscher and Scheibe 1986; Dikmen ve Yüreğir 1989; Ninfali *et al.* 1990; Reuter 1990; Cristina *et al.* 1990; Ünlükurt vd 1993; Walter *et al.* 1994; Aksoy 1997).

Pentoz fosfat yolu oksidatif ve nonoksidatif olmak üzere iki kısma ayrılır. Hücrede RNA, DNA ve nükleotid sentezi için gerekli riboz-5-fosfat ve redüktif biyosentezlerde indirgeyici güç olan NADPH'ları sentezlemek gibi başlıca iki fonksiyonu vardır (Krebbs and Eggleston 1978). Ayrıca, aromatik aminoasit ve vitamin sentezinde gerekli eritroz-4-fosfat, bakteri hücre duvarının bir bileşeni sedoheptuloz-7-fosfat gibi fosforile karbonhidratlar sentezlenmektedir (Wood 1986).

6-fosfoglukonat dehidrogenaz (6-PGD) heksozmonofosfat yan yolu olarak da bilinen pentoz fosfat metabolik yolunun ikinci oksidatif basamağını katalizleyen önemli bir enzimdir. 6-fosfoglukonat dehidrogenaz eksikliği yaygın olarak görülen bir hastalık olmamakla birlikte, enzim eksikliğinde görülen ağır hemolitik vakalar seyrek de olsa rapor edilmiştir. Enzimin doğal substratı 6-fosfoglukonat olmakla birlikte, 2-deoksi-6-fosfoglukonatın oksidatif dekarboksilasyonunu da katalizler (Tandoğan ve Ulusu 2003).

Bir tripeptid olan glutatyon, gerek prokaryot gerekse ökaryot hücrelerde, hücre içi serbest sülfhidril gruplarının büyük bir bölümünü oluşturan ve en önemli (protein yapısında olmayan) tiyoldür. Okside ve redükte olmak üzere iki formda bulunur.

Glutatyon yapısında bulunan –SH grupları ile oksitleyici ajanların bozucu etkilerine karşı hücreyi korumaktadır. Dolayısıyla glutatyonun düşük konsantrasyonunda bazı metabolik olumsuzluklar meydana gelebilir. Glutatyonun belirlenen görevlerinden bazıları şunlardır:

- a. Serbest radikallerin ve reaktif oksijen ürünlerinin inaktivasyonu
- b. Hemoglobin ve spektrin gibi membran proteinleri ve çeşitli enzim proteinlerinin tiyol gruplarının korunması
- c. Ksenobiyotiklerin , bazı antineoplastik ilaçların ve bazı metabolik son ürünlerin konjugasyonla detoksifikasyonu
- d. DNA ve protein sentezi
- e. Aminoasit transportu
- f. İnsülin gibi bazı proteinlerin disülfür bağlarının koparılması ve böylece proteinlerin konformasyonlarını değiştirilmesi
- g. Hücre içerisinde sistin deposu olarak bulunması
- h. Bazı enzimlerin reaksiyonlarında rol oynamasıdır (Knapen *et al.* 1999).

İndirgenmiş glutatyon antioksidatif reaksiyonlarda önemli görevler yaptığı için oksidasyona sebep olan serbest radikaller ile reaktif oksijen ürünlerinin ve de metabolizmadaki rollerinin bilinmesi gerekir. Enzimatik savunma sistemlerinde süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz ve glutatyon redüktaz gibi enzimler rol oynamaktadır (Demir 1994)

Balıkların maruz kaldıkları stres unsurlarına (stok yoğunluğu, sıcaklık, oksijen v.s.) hastalık durumuna, çeşitli ilaçlar, ağır metaller ve pestisitler gibi kimyasal kirleticilere karşı göstermiş oldukları fizyolojik cevapların anlaşılması için yapılan çalışmalar daha çok hemotolojik, biyokimyasal ve histopatolojik metodlara dayanmaktadır (Pickering ve Pottinger 1987; Asztalos *et al.* 1990; Sohlberg *et al.* 1990; Mughal *et al.* 1993; Mazur and Iwama 1993; Shakoori *et al.* 1994). Fakat kullanılan metodların hiçbiri tek başına balıkların göstermiş oldukları fizyolojik cevapların anlaşılmasında yeterli değildir.

3. MATERİYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri

Araştırma, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü Akvaryum Balığı Yetiştirme ve Araştırma Ünitesi'nde yapıldı.

3.1.2. Su materyali

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü Akvaryum Balıkları ve Araştırma Merkezindeki mevcut şehir şebekesinden gelen su, aktif karbonlu filtre sistemiyle kloru giderildikten sonra kullanıldı (Martinez *et al.* 1994; Schmidtke and Carson 1999; Atamanalp 2000).

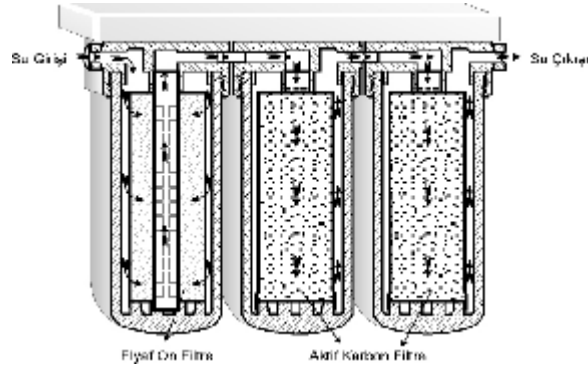
Filtre sisteminden geçirilen su, kg balığa 0,5 l/dk.'dan az olmamak şartıyla tanklara dağıtıldı (Laird ve Needham 1987; Stickney 1991; Çelikkale 1994). Araştırma boyunca su sıcaklığı $11,5 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$ olarak ölçüldü. Araştırmada kullanılan suyun kimyasal analizi Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan suyun kimyasal özellikleri

		Yönetmelik Değeri
Magnezyum (Mg)	8.83 mg/l	-
Sülfat (SO ₄)	10.34 mg/l	<250
Kalsiyum (Ca)	31.13 mg/l	-
Sodyum	4.58 mg/l	<200
Potasyum	2.99 mg/l	-
Klor	6.75 mg/l	<250
Nitrat (NO ₃ ⁻)	11.64 mg/l	<50
Nitrit (NO ₂)	< 0.002 mg/l	<0.5
pH	7.9	6.5<x<9.5
Elektriki İletkenlik	276 µs	<2500
Askıda Katı Madde	-	
Karbonat	120 mg/l	-
Bikarbonat	146.4 mg/l	-
Bor	0.17 mg/l	<1
Sertlik	6 F	-
Demir	< 0.2	200

3.1.3. Suyun filtrasyon sistemi

Araştırmada kullanılan suyun klorunu gidermek için su dağıtım sistemine aktif karbon filtrasyonu uygulandı (Martinez *et al.* 1994). 1 l/dk. kapasiteli üç kartuşlu, aktif karbonlu 4 adet filtre kullanıldı. Filtrelerin ticari şekli olan elyaf+reçine+aktif karbon kartuşlu düzeneği modifiye edildi ve sudaki mineral kaybını önlemek için reçine kartuşu aktif karbon kartuşuyla değiştirildi. Böylece kullanılan su iki kez aktif karbon filtrasyonuna tabi tutularak klorun giderilmesi garantilendi. Kullanılan filtrelerin kesiti Şekil 3.1’de gösterilmiştir (Atamanalp 2000; Çiltaş 2000).



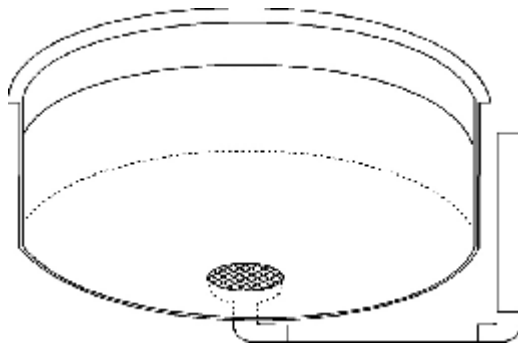
Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan suyun klorunu gidermekte kullanılan filtrenin kesiti

3.1.4. Dijital termometre

Tanklardaki ve anestezi uygulamasının yapıldığı kaplarda bulunan suların sıcaklığının takibinde dijital termometre kullanıldı.

3.1.5. Araştırma kapları

Araştırmada 1 m çap ve 1 m derinliği olan, su tahliyesi eğik boru sistemiyle yapılan fiberglas tanklar kullanıldı (Pickering and Pottingen 1987; Knoph and Thorud 1996; Bricknell *et al.* 1999; Atamanalp 2000; Çiltaş 2000). Balıkların sıçramasını önlemek için tankların üzeri ağırlarla kapatıldı. Araştırmada kullanılan tankların kesiti Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan tankların kesiti

3.1.6. Balık materyali

Seçilen test türleri; laboratuvar şartlarında sağlıklı koşullarda (aktivitesi, yemlemesi, aklimizasyonu normal olmalı) en azından 1 ay tutulabilen ve testler için yeterli sayıda ferdi bulunabilen gökkuşağı alabalığı ve dere alabalığı olarak belirlendi.

Denemede 180 ± 25 g ağırlığında 24 adet iki yaşlı gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve 24 adet dere alabalığı (*Salmo trutta fario*) kullanıldı. Her tanka 8 balık gelecek şekilde 6 adet tanka yerleştirildi. Araştırmada tek düzeyli bir sonuca varmak ve yaş faktörünü elimine etmek için olgun balıklar üzerinde çalışıldı (Kocabatmaz ve Ekingen 1984; Atamanalp 2000).

3.1.7. Deneme süresi

Denemede kullanılacak anestezi madde, tank, su taşıma sistemi, filtre sistemi ve balık materyalinin temini 15.09.2008–15.12.2008 tarihleri arasında yapıldı. 11.01.2009–11.02.2009 tarihleri arasında 30 gün aklimasyon süresini takiben 15.02.2009–06.03.2009 tarihlerinde ön deneme çalışmaları ve 10.05.2009–09.06.2009 arasında deneme yapıldı. Araştırma sonucunda kan biyokimyası, hematoloji parametreleri ve enzim analizleri ise 09.06.2009–20.06.2009 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

3.1.8. Anestezi maddeler (karanfil yağı ve 2-fenoksietanol)

Çalışmada kullanılan karanfil yağı ve 2-fenoksietanol anestezi maddeleri ticari firmalardan temin edildi.

3.1.9. Kan analizlerinde kullanılan alet, ekipman ve kimyasal maddeler

3.1.9.a. Biyokimyasal kan analizlerinde kullanılan alet ve ekipmanlar

Jelli kan tüpleri: Biyokimyasal analizlerde kullanılan kanların serumunun ayrılmasında jel ilaveli kan tüpleri kullanıldı.

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

Otoanalizör: Araştırmamızda kullandığımız biyokimyasal parametreler otoanalizör cihazında okutuldu.

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

Spektrofotometre cihazı: Hemoglobin miktarının tayini ve enzim analizleri absorbans değerleri spektrofotometre cihazında yapıldı (Yılayaz ve Bitmiş 2002).

Mikrohematokrit santrifüjü: Hematokrit tayini için 10500 sabit devirli, 24 örnek kapasiteli ve zaman ayarlı hematokrit santrifüj kullanıldı (Blaxhall and Daisley 1973; Jones and Pearson 1976).

Mikrohematokrit tüpleri: Hematokrit tayininde 1,1 mm çaplı 75 mm uzunlukta mikrohematokrit tüpleri kullanıldı (Snieszko 1960; Mawdesley-Thomas 1972; Blaxhall and Daisley 1973; Schreck and Moyle 1990; Atamanalp 2000; Çiltaş 2000).

Kan tüpleri: Kan örneklerini almak için heparinli tüpler kullanıldı (Mawdesley-Thomas 1972; Blaxhall and Daisley 1973; Bridges *et al.* 1976; Azizoğlu ve Cengizler 1996; Pottinger and Carrick 1999).

Enjektörler : Kan örneklerinin alınmasında 10 ml kapasiteli ve 21 numara iğneli plastik enjektörler kullanıldı (Mawdesley-Thomas 1972; Blaxhall and Daisley 1973; Bridges *et al.* 1976; Clarence and Hickey 1982; Satake *et al.* 1986; Hughes *et al.* 1991).

Thoma lamı: Eritrosit ve lökosit sayımları için Thoma Lam'ı kullanıldı (Neumann *et al.* 1975; Kocabatmaz ve Ekingen 1984; Schreck and Moyle 1990; Sharma and Gupta 1994; Azizoğlu ve Cengizler 1996).

Eritrosit pipetleri : Eritrosit ve lökosit sayısının tespitinde dilisyon işlemlerinde eritrosit pipetleri kullanıldı (Conroy 1972; Kocabatmaz ve Ekingen 1977; Waiwood 1980; Schreck and Moyle 1990).

Hematolojide kullanılan boya ve solüsyonlar: Hematolojik incelemelerde kullanılan boya ve solusyonların içerikleri aşağıda verilmiştir.

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

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

3.1.9.c. Enzim çalışmalarında kullanılan çözeltiler

Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz (G-6PD) enzimi çalışmalarında kullanılan çözeltiler

1. 1 M Tris-HCl/5 mM EDTA (pH=8,0) (Enzim aktivitesinde kullanılan tampon): 6,057 g (0,05 mol) Tris ve 0,0605 g (0,00025 mol) EDTA alınarak 40 ml destile suda çözüldü. HCl çözeltisi ile pH 8,0'a ayarlandıktan sonra toplam hacim su ile 50 ml'ye tamamlandı.
2. 0,1 M $MgCl_2$ (Enzim aktivite ölçümünde kullanılan aktivatör çözeltisi): 0,475 g $MgCl_2$ (0,005 mol) alınıp hacmi destile suyla 50 ml' ye tamamlandı.
3. 2 mM $NADP^+$ (Enzim aktivite ölçümünde kullanılan çözelti): 0,0765 g $NADP^+$ (0,0001 mol) alınıp hacmi destile su ile 50 ml ye tamamlandı.

4. 6 mM G6P (Enzimin aktivite ölçümünde kullanılan substrat çözeltisi): 0,091 g G6P (0,0003 mol) alınıp hacmi destile su ile 50 ml' ye tamamlandı (Morelli *et al.* 1968).

6-Fosfo Gluko Dehidrogenaz (6-PGD) enzimi çalışmalarında kullanılan çözeltiler

1. 1 M Tris-HCl/5 mM EDTA (pH=8,0) (Enzim aktivitesinde kullanılan tampon): 0,6057 g (5 mmol) Tris ve 0,0292g (0,1 mmol) EDTA alınarak 90 ml destile suda çözüldü ve HCl çözeltisi ile pH 8,0'a ayarlandı. Daha sonra toplam hacim su ile 100 ml'ye tamamlandı.

2. 0,1 M MgCl₂ (Enzim aktivite ölçümünde kullanılan aktivatör çözeltisi): 0,475 g MgCl₂ (0,005 mol) alınıp hacmi destile suyla 50 ml'ye tamamlandı.

3. 6 mM 6PGA (Enzim aktivitesinde kullanılan çözelti): 0,091 g (0,3 mmol) 6PGA alınıp bir miktar suda çözülerek hacmi su ile 50 ml'ye tamamlandı.

4. 2 mM NADP⁺ (Enzim aktivitesinde kullanılan çözelti): 0,0795 g NADP⁺ (0,1 mmol) alınarak bir miktar suda çözülmüş ve hacmi suyla 50 ml'ye tamamlandı (Rudack *et al.* 1971).

Glutasyon Redüktaz (GR) enzimi çalışmalarında kullanılan çözeltiler

1. 50 mM Tris-HCl/1 mM EDTA (pH=8,0) (Enzim aktivite ölçümünde kullanılan tampon): 0,6057 g (5 mmol) Tris ve 0,0292 g (0,1 mmol) EDTA alınarak 90 ml destile suda çözüldü. HCl çözeltisi ile pH 8,0'a ayarlandıktan sonra toplam hacim su ile 100 ml'ye tamamlandı.

2. 1 M KH₂PO₄ (pH=7,3) (Enzim aktivite ölçümünde kullanılan tampon): 6,8 g KH₂PO₄ (0,05mol) tartılarak 80 ml suda çözüldü, pH=7,3'e ayarlanarak toplam hacim 100 ml'ye tamamlandı.

3. 20 mM GSSG Çözeltisi (Enzim aktivite ölçümünde kullanılan çözelti): 61,88 mg okside glutasyon (0,1 mmol) alınarak bir miktar suda çözüldü ve toplam hacim suyla 5 ml'ye tamamlandı.

4. 2mM NADPH Çözeltisi (Enzim aktivite ölçümünde kullanılan çözelti): 8,3 mg NADPH ($9,9 \times 10^{-3}$ mmol) alınarak bir miktar suda çözüldü ve suyla 5 ml'ye tamamlandı.
5. 10 μ M FAD Çözeltisi (Enzim aktivite ölçümünde kullanılan çözelti: 0,8294 mg FAD (0,001 mmol) alınarak bir miktar suda çözüldü ve daha sonra toplam hacim suyla 100 ml'ye tamamlandı (Carlberg and Mannervik 1985).

Katalaz aktivitesinin ölçümünde kullanılan çözeltiler

1. Fosfat Tamponu (pH 7.0): 3.522 g KH_2PO_4 , 7.268 g $\text{Na}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tartıldı. 1 litrelik balon jojede bir miktar distile su ile çözdürüldükten sonra 1 litreye tamamlandı.
2. Fosfat Tamponda H_2O_2 çözeltisi: %30'luk H_2O_2 çözeltisinden 0.16 ml alınarak 100 ml fosfat tampon içerisinde seyreltilti (Aebi 1984).

3.2. Metot

3.2.1. Su dağıtım düzeneği

Tesiste kullanılacak su normal içme suyu şebekesinden alındıktan sonra filtrasyona tabi tutulmuş daha sonra suda bulunabilecek muhtemel gazları (Çolak 1982) uçurabilmek için 24 metrelik kanalda bulunan engellerden geçirilerek plastik içme suyu borularına aktarıldı. Bu aşamadan sonra sudaki çözünmüş oksijen miktarını artırmak için yuvarlak şekilli şelale sisteminden akıtılarak tanklara verildi. Filtre sistemine giren ve tanklara dağılan su miktarlarını sabitlemek için suyun ilk girişine ve su çıkış noktalarına $\frac{1}{2}$ ' lik küresel vanalar yerleştirildi.

3.2.2. Deney balıklarının bakım ve beslenmesi

Denemeye alınan balıklara %45 proteinli, ticari alabalık yeminden günlük olarak canlı ağırlığın %2'si oranında verildi (Bricknell *et al.* 1999). Balıkların getirildikleri tesiste de

tükettikleri, alışık oldukları ticari yem tercih edildi. Yemleme günde 2 öğünde (sabah-akşam) eşit bölünerek yapıldı. Tanklar her gün tahliye borusu yardımıyla sifonlanarak yem artığı, dışkı vs'nin tankta birikerek probleme yol açmasına mani olundu.

3.2.3. Karanfil yağı ve 2-fenoksietanol anestezi maddelerinin uygulanma şekilleri

Çalışmada kullanılan anestezi banyosu karanfil yağı suda tam olarak çözünmediğinden %95'lik etanol içinde 1:10 oranında seyreltilti. Litreye 0,5 ml olacak şekilde anestezi tankına ilave edilerek anestezi banyosu hazırlandı. Uygulama yapılan balıklar anestezi banyosunda 1 dk. bekletildikten sonra temiz su bulunan tanklara alındı. Anestezi safhaları ve uyanma süreci takip edilerek kayıt altına alındı.

2-fenoksietanol ile muamele edilecek olan balıklar için hazırlanan anestezi banyosu etanol ile 1:10 oranında seyreltilti ve 0,5 ml/lit fenoksietanol ilave edilerek hazırlandı. Uygulama yapılan balıklar anestezi banyosunda 1 dk. bekletildikten sonra temiz su bulunan tanklara alındı. Anestezi safhaları ve uyanma süreci takip edilerek kayıt altına alındı.

3.2.4. Su ile ilgili ayarlamalar

3.2.4.a. Su sıcaklıklarının ölçülmesi

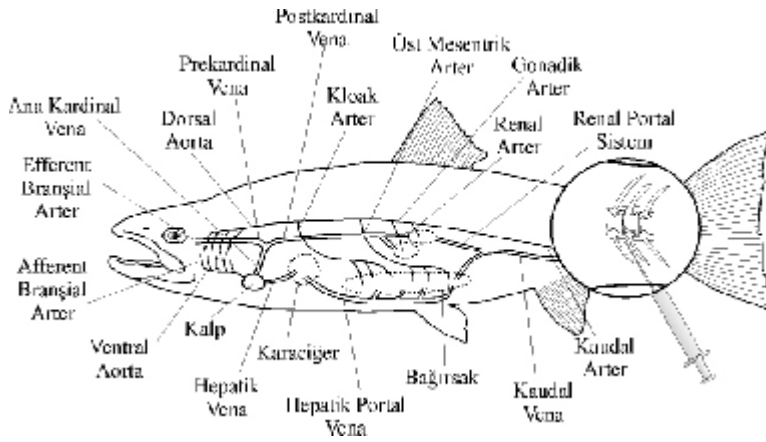
Su sıcaklıkları günde 3 kez (8, 14, 20 saatlerinde) 0,1°C'ye hassas dijital termometre ile ölçülerek kaydedildi ve günlük ortalamaları hesaplandı.

3.2.4.b. Tanklara giren ve tanklarda stoklanan su miktarının ölçülmesi

Tanklara giren suyun dakikada doldurduğu miktarı hesaplanarak her tanka eşit su dağılması sağlandı. Her tankta bulunan su yüksekliği ölçüldü ve silindirin hacmi formülünden ($\pi r^2 h$) tanklara göre ayrı ayrı stoklanan su miktarı hesaplandı.

3.2.5. Kan örneklerinin alınması

Balıkların kan örnekleri, anüs yüzgecinin hemen arka kısmı, 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). Bu esnada trombositlerin cama yapışma afinitesi yüksek olup, kanın pıhtılaşmasını hızlandırdığından cam enjektör tercih edilmedi (Blaxhall and Daisley 1973). Örnekler kan parametrelerinin analizi için heparin içeren, biyokimya analizleri için ise jelli kan tüplerine anestezi uygulamasından sonra alındı. Her iki tip kan örnekleri de hiç bekletilmeden 24 saat içerisinde incelendi. Balıklardan kanın alındığı bölge Şekil 3.3'de gösterilmiştir. Her gruptaki balıkların tümünden kan örnekleri alındı ve çalışıldı.



Şekil 3.3. Balıklardan kanın alındığı bölge

3.2.6. Biyokimyasal parametrelerin okunması ve hesaplanması

Biyokimyasal kan analizleri için alınan kanlar 4000 rpm devirde 10 dk. santrifüj edilip kan serumu ayrıldıktan sonra (Bricknell *et al.* 1999) çıkartılan serumlar Erzurum Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi Biyokimya Laboratuvarına götürülerek analizler otoanalizör cihazında yaptırıldı.

3.2.6.a. Glukoz

Glukoz, enzimatik kolorimetrik test ile çalışılmıştır. Bu test Glukoz oksidaz etkisiyle glukuronik asit ve H_2O_2 oluşumundan sonra H_2O_2 'nin peroksidaz varlığında fenol ve ampiron gibi maddelerle renkli kompleks oluşturması esasına dayanır (Anonim 2010a).

3.2.6.b. Üre

Kanda üre tayini, üre azotu ve üre olarak yapılmaktadır. Kan üre azotu (BUN) daha sık kullanılmaktadır. Azotlu maddelerin metabolizmasının son ürünü olan üre böbrekler kanalıyla çıkarıldığı için üre tayini böbrek bozukluklarının derecesinin ifade edilmesinde oldukça önemlidir. Günümüzde laboratuvarlarda üre ölçümü otoanalizörlerde kinetik UV assay yöntemi ile yapılmaktadır. Prensip olarak üreaz enzimi kullanılarak üre parçalanmakta ve reaksiyonda kullanıldığı için azalan NADH miktarı kinetik olarak ölçülmektedir (Anonim 2009a).

3.2.6.c. Kreatin

Laboratuvarlarda kreatinin ölçümü otoanalizörlerde kinetik kolorimetrik assay (Jaffé metodu) ile ölçülmektedir. Alkali ortamda pikrik asit ile kreatininin reaksiyona girerek sarı-turuncu renkli kompleks oluşturması ve bunun kolorimetrik ölçümüdür (Anonim 2009a)

3.2.6.d. Alanin amino transferaz (ALT)

ALT enzimi, AST enzime paralellik gösteren bir enzimdir. Ancak substrat olarak prüvik asidi kullanmasıyla farklılık gösterir. Karaciğer, böbrek, kalp, iskelet kası ve pankreas da bulunur. ALT enzimi kinetik metod ile çalışıldı . Metodun prensibi Alanin, α -ketoglutarat, NADH ile reaksiyonu sonucundaki absorbans değerinin 340 nm'de okunması esasına dayanır (Anonim 2010a).

3.2.6.e. Aspartat amino transferaz (AST)

SGOT özellikle kalp, karaciğer ve iskelet kasında bulunan bir enzimdir. Karaciğer hastalıklarında, özellikle akut ve kronik hepatitte hücre yıkımı yüzünden SGOT yükselir ve bu enzim tayini ile hastalığın seyri izlenebilir. L-aspartat, α -ketoglutarat, NADH'ın NAD okside olması ile indirgenir. Sonuç olarak absorbansta ortaya çıkan artışın oranı AST aktivitesi ile doğru orantılıdır. Bu enzim kinetik yöntem kullanılarak çalışıldı (Anonim 2010c)

3.2.6.f. Alkalın fosfataz (ALP)

ALP, optimize standart metoduyla çalışılmıştır. Bu metodun esası, *p*-nitrofenilfosfat'ın su ile birleşip fosfat+*p*-nitrofenol oluştururken AP'nin açığa çıkmasıdır. 5 µl hacminde örnek alınmış, önce R1 sonra R2 starter reaktifi (*p*-nitrofenilfosfat) ile muamele edilmiş ve otoanalizör cihazında okutulmuştur. Birimi U/l'dir (Anonymus 1985).

3.2.6.g. Toplam protein (TP)

Toplam protein, Biuret metodu ile çalışılmıştır. Biüret metodu, peptid bağlarının alkali çözeltilerde bakır ile kompleks oluşturmasını temel alarak örnek içerisindeki çözünür protein miktarının belirlenmesi için kullanılabilecek bir metottur. Biuret reaktifinde (kuvvetli bir baz çözeltisinde bakır sülfat) bulunan Cu^{++} iyonları, bir veya daha fazla sayıdaki peptid bağı ile reaksiyona girmekte ve mavi-mor renkli bir kompleks oluşturmaktadır. Protein miktarı arttıkça çözelti rengi koyulaşmaktadır. Renk yoğunluğu takip edilerek ortamdaki protein miktarı ölçülebilmektedir (Anonim 2008).

3.2.6.h. Kalsiyum (Ca)

Ca^{+2} , nin alkalın solüsyonda o-cresolphthalein ile kompleks oluşturarak mor menekşe rengi bir form aması esasına dayanan o-cresolphthalein kompleks metodu ile elde

edilmiştir. alkali ortamda Ca^{2+} ile renkli kompleks oluşturmaları sonucunda 560-580 nm’de cihazda okunmuştur. Birimi mg/dl’ dir (Anonim 2010b).

3.2.6.i. Total kolesterol ve tipleri

Kolesterol seviyesinin belirlenmesinde enzimatik kolorimetrik test metodu uygulanmıştır. Serum kolesterol düzeyi ölçümü enzimatik yöntemle, trigliserid düzeyi enzimatik kolorimetrik (GPO-PAP) yöntemle, HDL düzeyi direkt olarak enzimatik kolorimetrik test (CHOD-PAP) ile otoanalizörde yapıldı. Serum LDL düzeyleri, Friedwald formülü kullanılarak hesaplandı (Serum LDL düzeyi=Total kolesterol–(HDL+Trigliserid/5; Serum VLDL düzeyi=Serum trigliserid düzeyi /5) (Anonim 2009b)

3.2.6.j. Sodyum (Na)

Vücutta suyun dağılımında ve ekstrasellüler sıvıda osmotik basıncın korunmasında rolü büyüktür. Hücre zarlarında bulunan birtakım enzimler sayesinde hücre zarından ihtiyaca göre Na içeri, K dışarı pompalanır. Bu sayede osmotik basınç düzenlenir. Na düzeyini ACTH (adrenokortikotropik hormon) ve aldesteron hormonu düzenler. Laboratuvarda sodyum analizi, otoanalizörün fiziki kontrolü yapılarak reaktifler kontrol edildi ve cihazın ISE ünitesi kullanılarak yapıldı (Anonim 2010b).

3.2.6.k. Potasyum (K)

Parçalanmış eritrositlerden açığa çıkan potasyum plazma düzeyini olduğundan yüksek göstereceği için potasyum hemolizli kanda bakılmamalıdır. Trombositler ve lökositlerde de potasyum seviyesi yüksek olduğu için pıhtılaşma sırasında salınan potasyum, serum konsantrasyonunu artırır. Bu nedenle kan en kısa zamanda ve iyi santrifüj edilerek serum ayrılmalıdır. Biyokimya laboratuvarında potasyum analizi otoanalizör cihazının ISE ünitesi kullanılarak yapıldı (Anonim 2010b).

3.2.6.l. Klor (Cl)

Klor, hücre dışı sıvının başlıca anyonudur. Sodyumla birlikte NaCl yani yemek tuzu şeklinde vücuda alınır. Klor sodyumla denge halindedir. Birlikte vücut sıvılarının osmolaritesini kontrol eder. Klor ve HCO_3 da denge hâlidir ve HCO_3 azaldığı kompartmanlara Cl göç eder ve anyon dengesi korunur. Bu durum asit baz dengesinin korunmasında önemlidir. Biyokimya laboratuvarında klor analizi otoanalizör cihazının ISE ünitesi kullanılarak yapıldı (Anonim 2010b).

3.2.6.m. Magnezyum (Mg)

Mg öncelikle intrasellüler bir elektrolittir. Ekstrasellüler sıvıda kas sinir uyarılmasını ve yanıtını etkiler. Mg eksikliği ekstrasellüler sıvı konsantrasyonlarında az miktarda veya hiç değişiklik olmaksızın mevcut olabilir (Murray *et al.* 1993). Ca gibi; çeşitli enzim reaksiyonlarında özellikle ATP oluşumu ve yıkılımını içerenlerde önemli bir rolü vardır. Bu reaksiyonlar vücudun biyokimyasal enerjisinin çoğu için gereklidir. Kas kasılmasını içeren kas fonksiyonu büyük oranda Mg'nin uygun miktarda bulunmasına bağlıdır (Adam 2000). Biyokimya laboratuvarında magnezyum analizi otoanalizör cihazının ISE ünitesi kullanılarak yapıldı (Anonim 2010b).

3.2.6.n. Fosfor (P)

Genellikle fosfor metabolizması Ca metabolizması ile birlikte incelenir. Hücre dışında fazla, hücre içinde az miktarda bulunur. Fosfor, bütün hücrelerin yapı ve fonksiyonlarında fosfat bileşikleri hâlinde temel bir rol oynar. Bir kısmı hücre içinde serbest fosfat iyonu hâlidir. Fosforun bu şekline inorganik fosfor adı verilir. Fosforun geri kalan %10'u ise proteinlerin, nükleik asitlerin, nükleotitlerin ve fosfolipitlerin yapısında yer alır. Fosforun bu şekline ise organik fosfor adı verilir. Biyokimya laboratuvarında fosfor analizi otoanalizör cihazının ISE ünitesi kullanılarak yapıldı (Anonim 2010b).

3.2.6.o. Serum Laktat Dehidrogenaz (LDH)

LDH birçok dokuda bulunan ve bu dokuların zarar görmesi halinde seruma geçen bir enzimdir. LDH'nin hangi dokudan kaynaklandığı izoenzimleri (LDH₁, LDH₂, LDH₃, LDH₄ ve LDH₅) nin tayini ile gösterilebilir. LDH enzimatik kolorimetrik test ile çalışıldı (Anonim 2009b).

3.2.7. Kan parametreleri analizleri

3.2.7.a. Hemoglobin miktarının tayini

Cyanmethemoglobin metodu: 0,02 ml kan örneği 5 ml Drabkin solüsyonuyla karıştırılır. Karışım yavaş hareketlerle alt üst edilerek homojen bir karışım sağlanır. Hemoglobinin Cyanmethemoglobine tam olarak dönüşmesi için 10 dk. beklenir. Daha sonra dipteki çökelti bir kürdanla çıkarılarak atılır. Spektrofotometrede 540 nm'de transmittans (%T) değeri ölçülür. Elde edilen değere karşılık gelen hemoglobin miktarı standart tablodan bakılarak tespit edilir ve g/100 cm³ olarak yazılır (Çizelge 3.2) (White *et al.* 1976; Çiltaş 2000).

Çizelge 3.2. 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 değer in çakıştığı nokta hemoglobin değeridir.

3.2.7.b. Hematokrit tayini

Hematokrit tayininde mikrohematokrit metodu uygulandı. Kan örnekleri 1,1 mm çaplı, 7 mm uzunluğundaki mikrohematokrit tüplerine alındıktan sonra tüpün bir ucu cam macunıyla kapatılarak hematokrit santrifüjünde 10500 devirde 5 dk. çevrildikten sonra bulunan değer skaladan okundu ve toplam kanın %'si olarak kaydedildi (Blaxhall and Daisley 1973; Jones and Pearson 1976; Atamanalp 2002).

3.2.7.c. Eritrositlerin çökme hızı

Eritrosit çökme oranının tespitinde antikoagülanlı kan örnekleri 1,1-1,2 mm çapında ve 7 cm uzunluğundaki hematokrit tüplerine alındı. 1 saat süreyle dik pozisyonda (90°) bekletildikten sonra ayrılan serum kısmı milimetrik kağıt veya cetvel yardımıyla ölçüldü. Sonuç mm/saat cinsinden kaydedildi (Blaxhall and Daisley 1973; Kocabatmaz and Ekingen 1984; Atamanalp 2002).

3.2.7.d. Eritrosit sayısının tespiti

Eritrosit pipetiyle 0,5 çizgisine kadar çekilen taze kan, 101 çizgisine kadar Dacie's solüsyonuyla tamamlanarak 1/200 oranında sulandırıldı. İyice çalkalanan karışım, 1-2 dk. boyanmaya bırakıldı. Homojenize olmamış ilk 4-5 damla pipetten boşa akıtıldıktan sonra Thoma lamının kamerasına dolduruldu. Thoma lamı üzerinden mikroskopta $1/5 \text{ mm}^2$ sayılarak çıkan değer $10^6/\text{mm}^3$ cinsinden hesaplandı (Blaxhall and Daisley 1973; Atamanalp 2000).

Thoma lamının üzerinde dört olukla yapılmış üç çıkıntı vardır. Bu çıkıntılardan ortada bulunan iki yandakinden 0,1 mm daha derindir. Bu bölüm üzerinde özel olarak çizilmiş küçük kareler bulunur. Makroskobik olarak görülen bu çizgiler artr işareti biçimindedir. Ortada bulunan büyük karenin alanı 1 mm^2 'dir ve sayım burada yapılır. Bu karenin 1 mm olan kenarları 20 eşit bölüme ayrılarak 400 küçük kare meydana gelmiştir. Bu küçük karelerin herbir kenarı $1/20 \text{ mm}$ ve alanı $1/400 \text{ mm}^2$ 'dir. Lamın üzeri lamelle

kapatılınca her ikisi arasında 0,1 mm'lik bir açıklık kalır ve bu biçimde büyük karenin bulunduğu yerde 0,1 mm³'lük bir hacim oluşur. Bu küçük kare prizmanın hacmi ise 1/4000 mm³'dür (Başusta 2005).

3.2.7.e. Lökosit sayısının tespiti

Eritrosit sayısının tespitindeki metodun aynısı uygulandıktan sonra lökositler için 4 mm², sayının yetersiz bulunduğu durumlarda ise 9 mm³ sayıldı. Bulunan sonuç 10³/mm³ cinsinden hesaplandı (Blaxhall and Daisley 1973).

3.2.7.f. Trombosit sayısının tespiti

Eritrosit sayısının tespitindeki metodun aynısı uygulandıktan sonra 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).

3.2.7.g. Elde edilen tahlil sonuçlarından diğer parametrelerin hesaplanması

Kırmızı kan hücrelerinin ortalama hacmi (MCV) formülü

$$\text{MCV } (\mu\text{m}^3) = \frac{\text{Hct } (\%) \times 10}{\text{RBC } (10^6/\text{mm}^3)}$$

MCV: Eritrositlerin Ortalama Hacmi (μm^3)

Hct: Hematokrit Değeri (%)

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

Kırmızı kan hücrelerinde bulunan ortalama hemoglobin (MCH) formülü

$$\text{MCH}(\mu\text{g} / \text{hücre}) = \frac{\text{Hb}(\text{g}/100 \text{ ml}) \times 10}{\text{RBC}(10^6 / \text{mm}^3)}$$

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

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

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

Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) formülü

$$\text{MCHC} (\text{g} / 100 \text{ ml}) = \frac{\text{Hb} (\text{g} / 100 \text{ ml}) \times 100}{\text{Hct} (\%)}$$

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

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

Hct: Hematokrit Değeri (%)

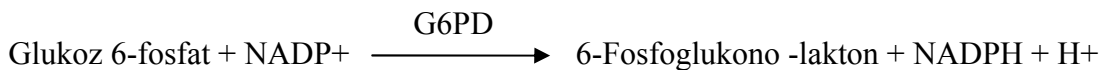
(Mawdesley-Thomas 1972; Kocabatmaz ve Ekingen 1977, 1984; Satake *et al.* 1986; Reddy and Bashamohideen 1989).

3.2.8. Enzim aktivite ölçümü

3.2.8.a. Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz enziminin saflaştırılması

G6PD enziminin aktivite ölçümü

Kinetik çalışmalarda G-6PD aktivitesi ölçümü aşağıdaki şekilde yapılmıştır. Enzim aktivitesi tayininde kullanılan spektrofotometrik yöntem aşağıdaki yöntemeye dayanmaktadır.



Nikotinamidadenin dinükleotidfosfat (NADP^+), glukoz 6-fosfat dehidrogenaz tarafından glukoz 6-fosfat varlığında indirgenir. NADPH 'ın oluşum oranı glukoz 6-fosfat dehidrogenaz aktivitesine bağımlı olup 340 nm'deki absorbans artışı ile ölçülebilmektedir (Beutler 1984). G6PD enzim aktivite ölçümü için çözelti konulduktan sonra 37°C 'de 10 dk. inkübe edildi. Sonra kontrole karşı numunenin absorbans artışları 3 dk. süreyle 1 dk.da bir kaydedildi (Çizelge 3.3) (Beutler 1971).

Çizelge 3.3. İnsan eritrosit G6PD enziminin aktivite ölçüm küvet içeriği

Stok aktivite çözeltileri	Kontrol küveti		Numune küveti	
	Hacim(μl)	Konsantrasyon	Hacim(μl)	Konsantrasyon
1M Tris-HCl, 5mM EDTA	100	0,1 M Tris, 0,5 mM EDTA	100	0,1M Tris, 0,5 mM EDTA
0,1 M MgCl_2	100	0,01 mM	100	0,01 mM
2mM NADP^+	100	0,2 mM	100	0,2 mM
6mM G6P	100	0,6 mM	100	0,6 mM
Su	600	-	570	-
Enzim numunesi	-	-	30	-

Enzim ünitesi hesaplanırken aşağıdaki formül kullanıldı.

$$\text{EÜ/ml} = \frac{\Delta\text{OD}}{6,22} \times \frac{\text{VT}}{\text{VE}} \times \text{SF}$$

- EÜ/ml : 1 ml'deki enzim ünitesi
 ΔOD : Bir dakikadaki absorbans değişimi
6,22 : 1 mM NADPH 'ın oluşturduğu absorbans değeri (ekstinksiyon katsayısı)
VT : Ölçümün yapıldığı toplam küvet hacmi
VE : Ölçümün yapıldığı küvete ilave edilen enzim numunesinin hacmi
SF : Seyreltme faktörü (seyreltilen örnek için kullanılır)

3.2.8.b. 6-Fosfoglukonat Dehidrogenaz (6-PGD) enziminin saflaştırılması

6-PGD enziminin aktivite ölçümü



Enzim aktivitesi spektrofotometrede 37°C’de Beutler metoduna göre ölçülmüştür. Reaksiyonda da görüldüğü gibi 6-fosfoglukonat dehidrogenaz; 6-fosfoglukonat varlığında NADP⁺’nin indirgenmesinden dolayı oluşan NADPH’nin 340 nm’de absorbans vermesi esasına dayanmaktadır (Beutler 1984).

Aktivite ölçüm kuvvetleri Çizelge 3.4’de gösterildiği şekilde önce enzim numunesi katılmaksızın pipetlendi. Başlangıçta ve dakikada bir olmak üzere üç dakika boyunca absorbans değerleri kaydedildi.

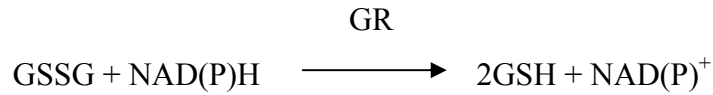
Çizelge 3.4. İnsan eritrosit 6PGD enziminin aktivite ölçüm kuvvet içeriği

	Kontrol küveti		Numune küveti	
Stok aktivite çözeltileri	Hacim(μl)	Konsantrasyon	Hacim(μl)	Konsantrasyon
1M Tris-HCl, 5mM EDTA	100	0,1 M Tris, 0,5 mM EDTA	100	0,1M Tris, 0,5 mM EDTA
0,1 M MgCl ₂	100	0,01 mM	100	0,01 mM
2mM NADP ⁺	100	0,2 mM	100	0,2 mM
Su	600	-	570	-
Enzim numunesi	-	-	30	-
10 dk. İnkübasyon				
6 mM 6PGA	100	0,6 mM	100	0,6 mM

3.2.8.c. Glutasyon Redüktaz (GR) enziminin saflaştırılması

GR enziminin aktivite ölçümü

Glutasyon redüktaz enzim aktivitesinin belirlenmesi iki temel esasa dayanmaktadır. Birincisi; aşağıdaki reaksiyona giren NAD(P)H 340 nm’de maksimum absorbands vermektedir. Reaksiyon ortamına katılan GR enzimi NAD(P)H’in azalmasına sebep olmaktadır. Bu azalma spektrofotometrik olarak 340 nm’de takip edilmektedir (Carlberg and Mannervik 1985). Bu çalışmada birinci yöntem kullanıldı ve çalışmada FAD’siz ölçüm yapıldı.



Aktivite ölçüm kuvvetleri Çizelge 3.5’de gösterildiği şekilde önce enzim numunesi katılmaksızın pipetlendi. Üç dakika inkübasyon yapıldıktan sonra numune küvete pipetlenerek spektrofotometreye yerleştirildi ve okuma başlatıldı. Başlangıçta ve dakikada bir olmak üzere üç dakika boyunca absorbands değerleri kaydedildi (Carlberg and Mannervik 1985).

Çizelge 3.5. İnsan eritrosit GR enziminin FAD’siz aktivite ölçüm kuvvet içeriği

	Kontrol küveti		Numune küveti	
Stok aktivite çözeltileri	Hacim(µl)	Konsantrasyon	Hacim(µl)	Konsantrasyon
50 mM Tris-HCl, 1M EDTA	200	10 mM Tris, 0,2mM EDTA	200	10 mM Tris, 0,2mM EDTA
20 mM GSSG	100	2,0 mM	100	2,0 mM
2mM NADPH	100	0,2 mM	100	0,2 mM
Su	600	-	570	-
3 dakika inkübasyon				
Enzim numunesi	-	-	30	-

3.2.8.d. Katalaz aktivitesinin ölçümü

H₂O₂ (Hidrojen peroksit), ışık spektrumunun ultraviyole dalga boyunun azalmasıyla, artan bir absorbans verir. Uygun bir tampon içinde bulunan H₂O₂'nin numunede bulunan CAT enziminin etkisiyle yıkılması sonucu, 240 nm'de ölçülen absorbansta azalma görülür. Absorbansta gözlenen azalma hızı CAT enzim aktivitesi ile doğru orantılıdır. Bu karışımın 240 nm' deki absorbansı 0,5 olmalıdır. Absorbans bu değerden düşükse küçük miktarlarda H₂O₂ ilave edilerek absorbansın 0,5 olması sağlanır (Aebi 1984).

Kör için kullanılan quartz küvete 2,95 ml fosfat tampon üzerine 50 µl 1/9 oranında sulandırılmış olan eritrosit hemolizati konuldu. Örnek için kullanılan quartz küvete ise 2,95 ml fosfat tampon içerisinde hazırlanmış H₂O₂ çözeltisi konuldu ve 50 µl hemolizat eklendi. Küvetler alt üst edilerek karışması sağlandı ve spektrofotometreye yerleştirildi. Spektrofotometre, kör deney olarak kabul edilen küvete göre sıfırlandı. İlk okuma 240 nm'de yapıldı. İkinci okuma 15 sn sonra yapılarak birincisi A1, ikincisi A2 olarak kaydedildi. Bu şekilde çalışma sonunda belirlenen süre içerisinde absorbanstaki azalma tespit edildi (Aebi 1984).

3.2.9. İstatistik analizler

Araştırma süresince elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS paket programından yararlanıldı. Her gruba ait araştırma verileri, "Varyans analizi" ve "Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi"nde (Duncan Multiple Range Test) %5 önem seviyesinde değerlendirildi (Hayran ve Özdemir 1995).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Biyokimyasal parametreler ile ilgili sonuçlar

4.1.1. Glukoz değeri

Kan glukoz seviyeleri ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.1’de, ortalama glukoz değerleri ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.2’de ve gruplara göre kan glukoz düzeyleri Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Glukoz değerine ait varyans analiz tablosu

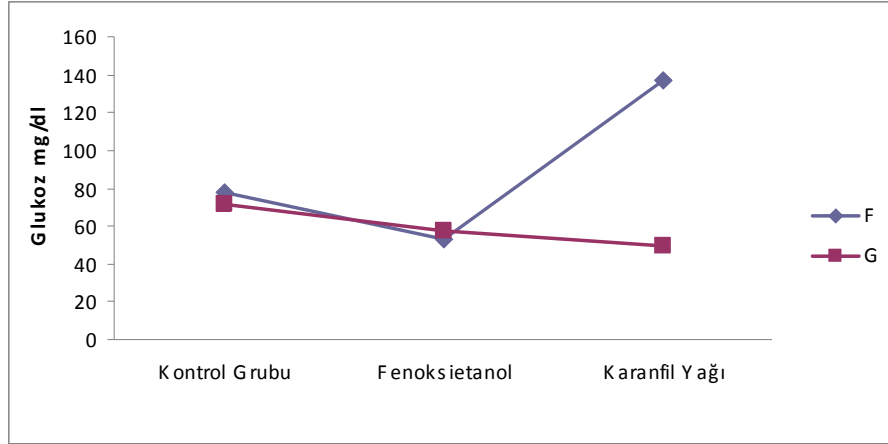
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	4091,815	6,266	0,006
Tür	1	6509,268	9,968	0,004*
MxT	2	6553,605	10,036	0,001**
Hata	27	652,997		

*p<0,05 önemli **p<0,01 çok önemli

Çizelge 4.2. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre ortalama glukoz değerleri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Grup	Tür	Glukoz (mg/dl)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	78,00±11,171 ^b
	Gökkuşuğu Alabalığı	72,00±1,000 ^b
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	53,00±10,075 ^b
	Gökkuşuğu Alabalığı	57,25±19,645 ^b
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	137,00±62,199 ^a
	Gökkuşuğu Alabalığı	49,71±19,542 ^b

a,b: aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark yoktur



Şekil 4.1. Kan glukoz düzeyleri
(F: Dere alabalığı– *Salmo trutta fario*)
(G: Gökkuşığı alabalığı–*Oncorhynchus mykiss*)

4.1.2. Üre

Kontrol ve muamele gruplarında ortaya çıkan üre seviyelerinin ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.3’de, ortalama üre değerleri ise Çizelge 4.4’de sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Üre değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	4,514	1,623	0,217
Tür	1	10,150	3,650	0,067
MxT	2	2,554	0,918	0,412
Hata	26	2,781		

Çizelge 4.4. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre üre miktarı

Grup	Tür	Üre (mg/dl)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	6,33±2,251
	Gökkuşığı Alabalığı	4,33±0,577
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	5,80±1,304
	Gökkuşığı Alabalığı	4,25±1,488
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	4,00±2,708
	Gökkuşığı Alabalığı	4,00±0,632

4.1.3. Kreatin (Cre)

Kreatin seviyelerinin ortalamalarına ait varyans analizi Çizelge 4.5’de, ortalama kreatin değerleri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.6’da ve gruplara göre kreatin değerleri Şekil 4.2’de sunulmuştur.

Çizelge 4.5. Kreatin değerine ait varyans analiz tablosu

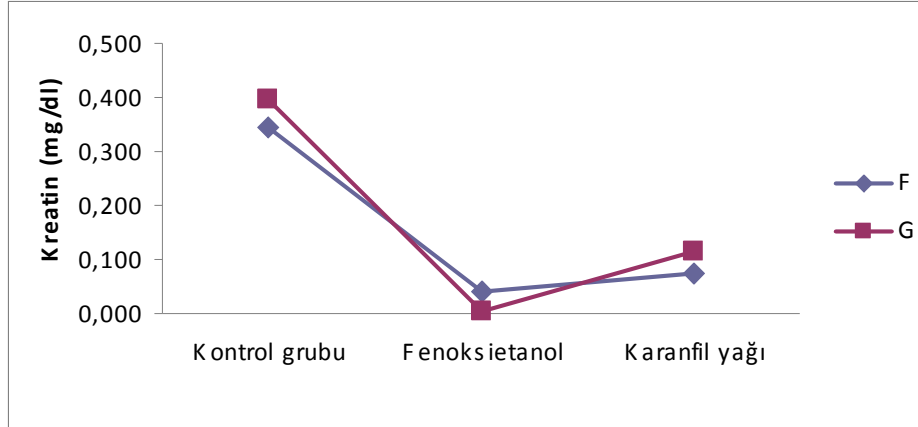
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	0,448	9,828	0,001**
Tür	1	0,008	0,166	0,687
MxT	2	0,047	1,024	0,373
Hata	27	0,046		

*p<0,05 önemli **p<0,01 çok önemli

Çizelge 4.6. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre kreatin miktarı ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Grup	Tür	Kreatin (mg/dl)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	0,343±0,183 ^a
	Gökkuşığı Alabalığı	0,396±0,132 ^a
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	0,400±0,054 ^a
	Gökkuşığı Alabalığı	0,020±0,075 ^b
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	0,075±0,125 ^b
	Gökkuşığı Alabalığı	0,114±0,393 ^b

a,b: aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark yoktur



Şekil 4.2. Gruplara göre kreatin değeri

(F: Dere alabalığı– *Salmo trutta fario*)

(G: Gökkuşığı alabalığı–*Oncorhynchus mykiss*)

4.1.4. Alanin amino transferaz (ALT)

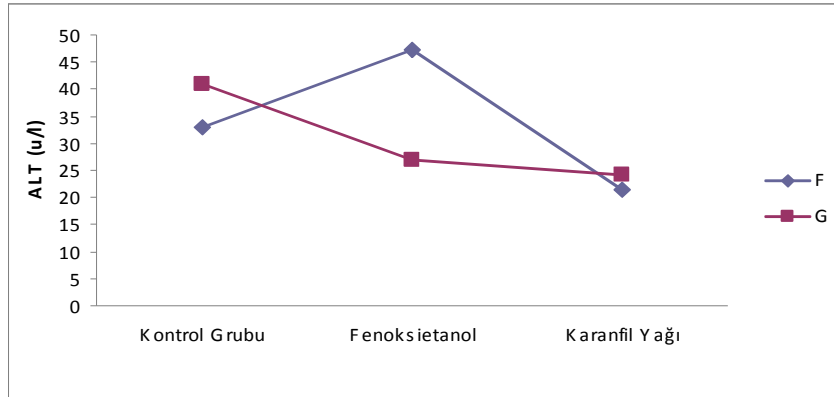
Kontrol ve muamele grupları için tespit edilmiş ALT seviyelerinin ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.7’de, ortalama ALT değerleri ise Çizelge 4.8’de ve gruplara göre ALT değeri Şekil 4.3’de sunulmuştur.

Çizelge 4.7. ALT değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	680,648	2,809	0,078
Tür	1	72,774	0,300	0,588
MxT	2	601,536	2,483	0,102
Hata	27	242,268		

Çizelge 4.8. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre ortalama ALT değerleri

Grup	Tür	ALT (u/l)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	33,00±7,099
	Gökkuşığı Alabalığı	41,00±8,185
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	47,20±15,482
	Gökkuşığı Alabalığı	27,00±20,029
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	21,50±4,933
	Gökkuşığı Alabalığı	24,29±19,644



Şekil 4.3. Gruplara göre ALT değeri

(F: Dere alabalığı– *Salmo trutta fario*)

(G: Gökkuşluğu alabalığı–*Oncorhynchus mykiss*)

4.1.5. Aspartat amino transferaz (AST)

AST değerlerine ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.9’da, ortalama AST değerleri ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.10’da ve gruplara göre AST değerleri Şekil 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.9. AST değerine ait varyans analiz tablosu

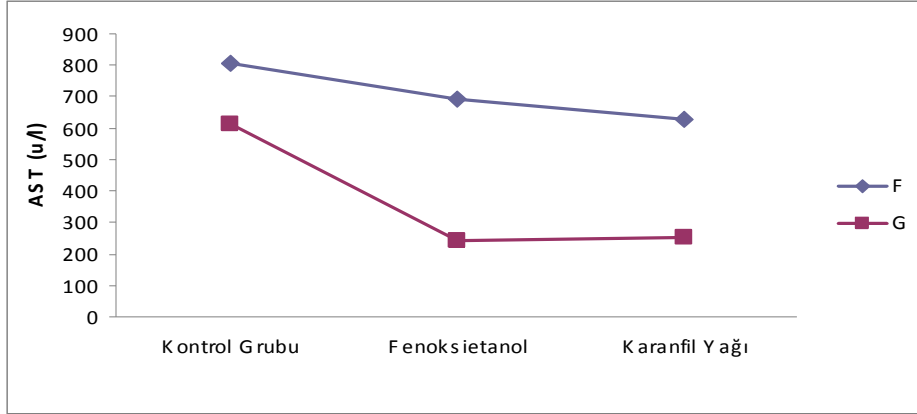
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	192936,645	2,816	0,077
Tür	1	857554,907	12,517	0,001**
MxT	2	42892,286	0,626	0,542
Hata	27	68509,168		

*p<0,05 önemli **p<0,01 çok önemli

Çizelge 4.10. Türler göre ortalama AST değeri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Grup	Tür	AST (u/l)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	804,33±359,09 ^a
	Gökkuşluğu Alabalığı	614,67±123,97 ^a
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	693,80±386,75 ^a
	Gökkuşluğu Alabalığı	240,38±156,13 ^b
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	630,00±304,43 ^a
	Gökkuşluğu Alabalığı	251,14±145,65 ^b

a,b: aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark yoktur



Şekil 4.4. Gruplara göre AST değeri
(F: Dere alabalığı- *Salmo trutta fario*)
(G: Gökkuşluğu alabalığı-*Oncorhynchus mykiss*)

4.1.6. Alkalın fosfatez (ALP)

ALP ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.11’de, çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.12’de ve gruplara göre ALP değeri Şekil 4.5’de sunulmuştur.

Çizelge 4.11. ALP değerine ait varyans analiz tablosu

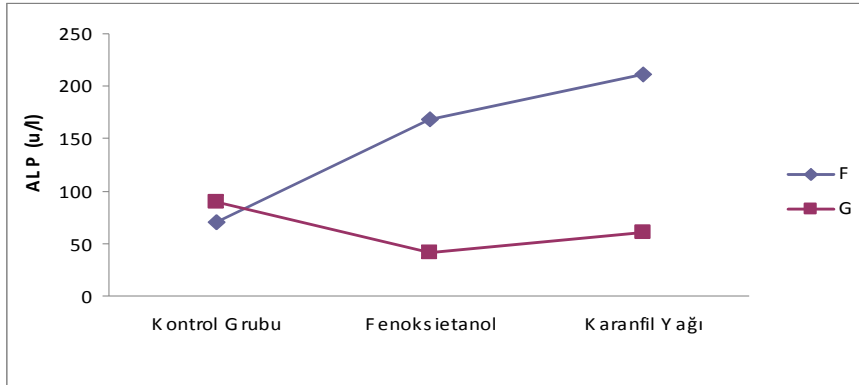
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	7162,475	1,491	0,244
Tür	1	49235,496	10,251	0,004**
MxT	2	18072,945	3,763	0,037*
Hata	25	4803,100		

*p<0,05 önemli **p<0,01 çok önemli

Çizelge 4.12. Uygulanan anestezi madde türüne göre ALP değeri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Grup	Tür	ALP (u/l)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	70,03±55,92 ^c
	Gökkuşluğu Alabalığı	89,43±20,50 ^{bc}
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	168,67±106,36 ^{ab}
	Gökkuşluğu Alabalığı	41,63±9,13 ^c
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	211,00±153,3 ^a
	Gökkuşluğu Alabalığı	60,71±40,55 ^c

a,b,c: aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark yoktur



Şekil 4.5. Gruplara göre ALP değeri
(F: Dere alabalığı– *Salmo trutta fario*)
(G: Gökkuşluğu alabalığı–*Oncorhynchus mykiss*)

4.1.7. Total protein değeri (TP)

Kontrol ve anestetik maddeye maruz bırakılan gruplarda ortaya çıkan total protein değerleri ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.13’de, total protein miktarı Çizelge 4.14’de verilmiştir

Çizelge 4.13. Total protein değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	1,227	1,899	0,170
Tür	1	0,942	1,458	0,238
MxT	2	0,292	0,451	0,642
Hata	26	0,646		

Çizelge 4.14. Uygulanan anestetik maddenin türlere göre total protein miktarı

Grup	Tür	Total Protein (g/dl)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	3,34±0,581
	Gökkuşluğu Alabalığı	3,39±0,270
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	2,95±0,911
	Gökkuşluğu Alabalığı	2,32±0,539
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	3,15±1,563
	Gökkuşluğu Alabalığı	2,62±0,720

4.1.8. Kalsiyum değeri (Ca)

Kan kalsiyum muhtevaları ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.15’de, ortalama kalsiyum değerleri ise Çizelge 4.16’da sunulmuştur.

Çizelge 4.15. Kalsiyum değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	1,200	1,161	0,328
Tür	1	0,560	0,542	0,468
MxT	2	0,807	0,781	0,468
Hata	27	1,033		

Çizelge 4.16. Uygulanan anesteziğe maddenin türlere göre kalsiyum miktarı

Grup	Tür	Kalsiyum (mg/dl)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	10,05±0,583
	Gökkuşuğu Alabalığı	10,44±0,249
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	9,78±1,559
	Gökkuşuğu Alabalığı	9,35±0,515
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	10,37±1,968
	Gökkuşuğu Alabalığı	9,58±0,689

4.1.9. Toplam kolesterol değeri ve tipleri

Kan kolesterol seviyeleri ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.17’de ortalama kolesterol değerleri ise Çizelge 4.18’de ve gruplara göre kan kolesterol seviyeleri Şekil 4.6’da sunulmuştur.

Çizelge 4.17. Kolesterol değerine ait varyans analiz tablosu

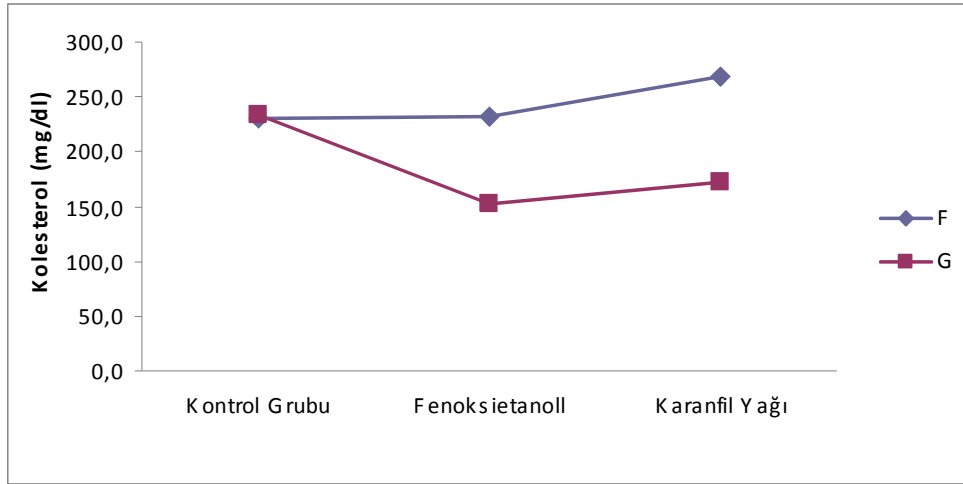
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	4056,753	0,843	0,442
Tür	1	23245,117	4,832	0,037*
MxT	2	6225,419	1,294	0,291
Hata	26	4810,515		

p<0,05 önemli **p<0,01 çok önemli

Çizelge 4.18. Uygulanan anestezik maddenin türlere göre kolesterol miktarı ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Grup	Tür	Kolesterol (mg/dl)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	230,33±28,40 ^a
	Gökkuşuğu Alabalığı	234,00±33,60 ^a
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	231,50±94,26 ^a
	Gökkuşuğu Alabalığı	153,13±40,86 ^b
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	269,25±146,95 ^a
	Gökkuşuğu Alabalığı	172,29±51,08 ^b

a,b: aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark yoktur



Şekil 4.6. Gruplara göre kan kolesterol seviyeleri
(F: Dere alabalığı- *Salmo trutta fario*)
(G: Gökkuşuğu alabalığı-*Oncorhynchus mykiss*)

Yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL)

Ortalama HDL değerlerine ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.19’da, türlere ait ortalama ve çoklu karşılaştırma testi Çizelge 4.20’de ve gruplara göre HDL değeri Şekil 4.7’de sunulmuştur.

Çizelge 4.19. HDL değerine ait varyans analiz tablosu

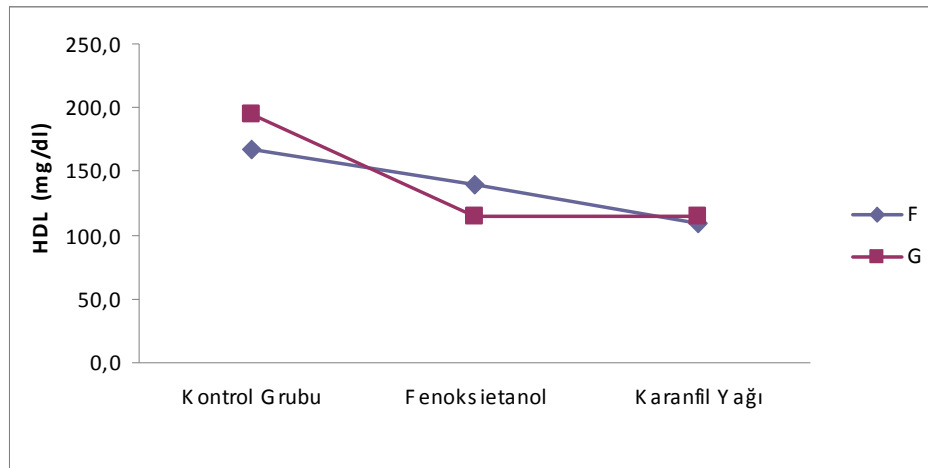
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	11211,350	7,953	0,002**
Tür	1	45,102	0,032	0,860
MxT	2	1452,625	1,030	0,372
Hata	24	1409,675		

*p<0,05 önemli **p<0,01 çok önemli

Çizelge 4.20. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre HDL değeri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Grup	Tür	HDL (mg/dl)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	167,00±3,225 ^a
	Gökkuşuğu Alabalığı	194,67±36,69 ^a
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	139,67±86,39 ^b
	Gökkuşuğu Alabalığı	114,88±24,46 ^b
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	109,00±60,01 ^b
	Gökkuşuğu Alabalığı	114,00±15,27 ^b

a,b: aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark yoktur

**Şekil 4.7.** Gruplara göre HDL değeri

(F: Dere alabalığı– *Salmo trutta fario*)

(G: Gökkuşuğu alabalığı–*Oncorhynchus mykiss*)

Düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL)

LDL seviyeleri ortalamalarının varyans analizi tablosu Çizelge 4.21’de, ortalama LDL değerleri Çizelge 4.22’de ve gruplara göre LDL değeri Şekil 4.8’de sunulmuştur.

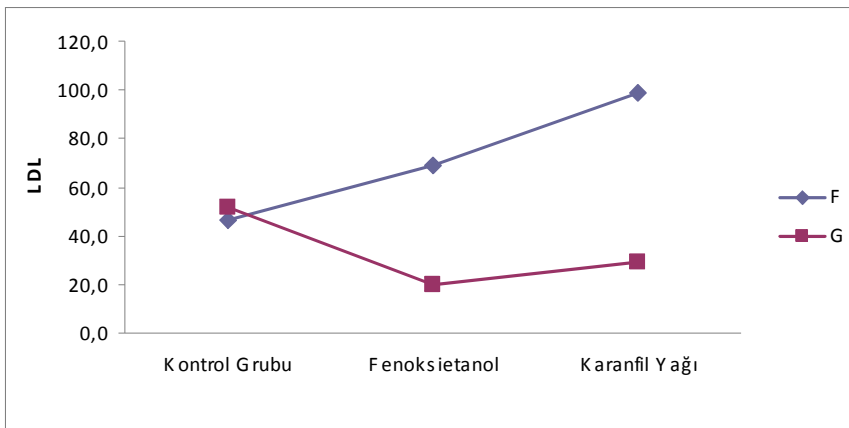
Çizelge 4.21. LDL değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	986,168	0,854	0,438
Tür	1	9319,447	8,067	0,009**
MxT	2	3184,752	2,757	0,084
Hata	24	1155,285		

*p<0,05 önemli **p<0,01 çok önemli

Çizelge 4.22. Uygulanan anestezi madde türüne göre LDL değerleri

Grup	Tür	LDL
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	46,367±6,26
	Gökkuşuğu Alabalığı	51,667±11,98
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	69,000±37,04
	Gökkuşuğu Alabalığı	20,000±26,37
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	99,000±71,42
	Gökkuşuğu Alabalığı	29,500±29,40



Şekil 4.8. Gruplara göre LDL değeri

(F: Dere alabalığı– *Salmo trutta fario*)

(G: Gökkuşuğu alabalığı–*Oncorhynchus mykiss*)

4.1.10. Sodyum değeri (Na)

Kan sodyum seviyeleri ortalamalarının varyans analizi tablosu Çizelge 4.23’de, ortalama sodyum değerleri ise Çizelge 4.24’ de sunulmuştur.

Çizelge 4.23. Sodyum değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	9,506	0,433	0,653
Tür	1	37,650	1,715	0,201
MxT	2	5,029	0,229	0,797
Hata	27	21,954		

Çizelge 4.24. Uygulanan anesteziik maddenin türlere ortalama göre sodyum miktarları

Grup	Tür	Sodyum (mmol/l)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	148,67±3,724
	Gökkuşuğu Alabalığı	152,67±3,055
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	149,80±3,347
	Gökkuşuğu Alabalığı	151,25±4,921
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	148,25±9,535
	Gökkuşuğu Alabalığı	149,57±1,718

4.1.11. Potasyum değeri (K)

Potasyum seviyeleri ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.25’de, ortalama potasyum değerleri ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.26’da ve gruplara göre potasyum değeri Şekil 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.25. Potasyum değerine ait varyans analiz tablosu

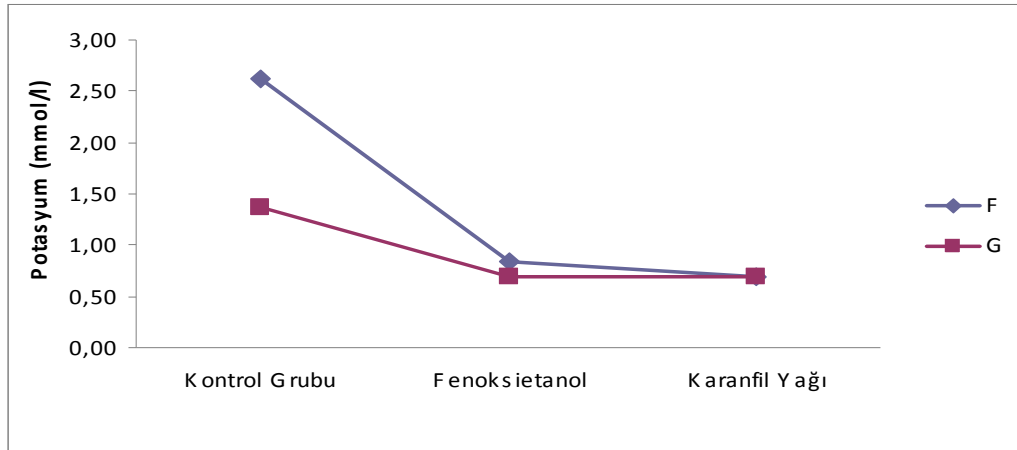
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	4,698	115,462	0,001**
Tür	1	1,679	41,272	0,001**
MxT	2	1,029	25,286	0,001**
Hata	27	0,041		

*p<0,05 önemli **p<0,01 çok önemli

Çizelge 4.26. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre potasyum miktarı ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Grup	Tür	Potasyum (mmol/l)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	2,623±0,3694 ^a
	Gökkuşuğu Alabalığı	1,360±0,1833 ^b
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	0,840±0,0548 ^c
	Gökkuşuğu Alabalığı	0,688±0,1553 ^c
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	0,700±0,2160 ^c
	Gökkuşuğu Alabalığı	0,688±0,690 ^c

a,b,c: aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark yoktur

**Şekil 4.9.** Gruplara göre potasyum değeri

(F: Dere alabalığı– *Salmo trutta fario*)

(G: Gökkuşuğu alabalığı–*Oncorhynchus mykiss*)

4.1.12. Klor değeri (Cl)

Klor seviyeleri ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.27’de, ortalama klor değerleri Çizelge 4.28’de ve gruplara göre klor değeri Şekil 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.27. Klor değerine ait varyans analiz tablosu

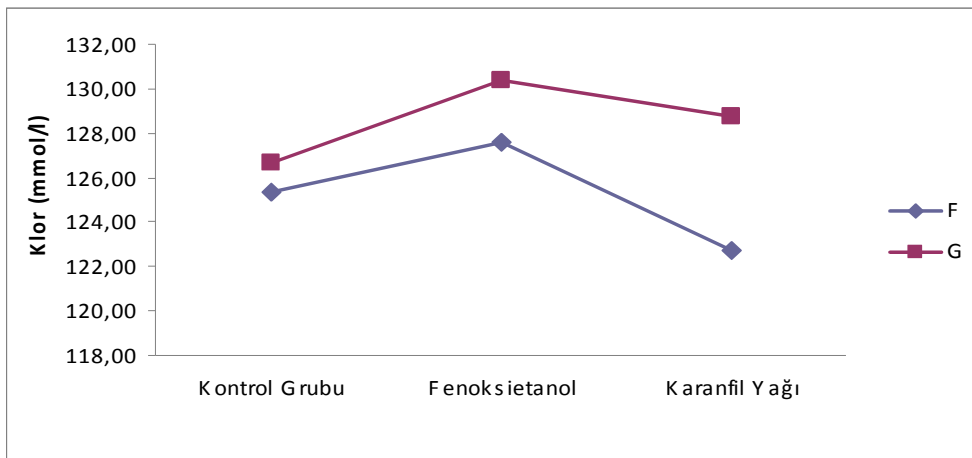
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	36,285	2,124	0,139
Tür	1	83,308	4,877	0,036*
MxT	2	13,226	0,774	0,471
Hata	27	17,083		

*p<0,05 önemli **p<0,01 çok önemli

Çizelge 4.28. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre klor miktarı

Grup	Tür	Klor (mmol/l)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	125,33±5,391 ^a
	Gökkuşuğu Alabalığı	126,67±2,082 ^a
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	127,60±1,673 ^b
	Gökkuşuğu Alabalığı	130,38±4,033 ^b
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	122,75±6,702 ^a
	Gökkuşuğu Alabalığı	128,71±2,812 ^b

a,b: aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark yoktur



Şekil 4.10. Gruplara göre klor değeri

(F: Dere alabalığı– *Salmo trutta fario*)

(G: Gökkuşuğu alabalığı–*Oncorhynchus mykiss*)

4.1.13. Magnezyum değeri (Mg)

Magnezyum seviyeleri ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.29’da, türlere göre magnezyum değerleri ise Çizelge 4.30’da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Magnezyum değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	0,681	1,705	0,204
Tür	1	1,042	2,611	0,120
MxT	2	0,126	0,315	0,733
Hata	23	0,399		

Çizelge 4.30. Uygulanan anestezi maddenin türlere göre magnezyum miktarı

Grup	Tür	Magnezyum (mg/dl)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	2,216±0,212
	Gökkuşuğu Alabalığı	2,566±0,136
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	2,715±0,643
	Gökkuşuğu Alabalığı	2,935±0,452
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	2,582±0,498
	Gökkuşuğu Alabalığı	3,280±1,124

4.1.14. Fosfor değeri (P)

Fosfor seviyeleri ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.31’de, ortalama fosfor değerleri Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Fosfor değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	6,078	2,205	0,130
Tür	1	1,351	0,490	0,490
MxT	2	0,575	0,209	0,813
Hata	26	2,756		

Çizelge 4.32. Uygulanan anesteziik maddelerin türlere göre fosfor miktarı

Grup	Tür	Fosfor (mg/dl)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	11,86±2,34
	Gökkuşuğu Alabalığı	12,88±1,35
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	13,12±1,27
	Gökkuşuğu Alabalığı	13,30±1,54
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	11,67±1,67
	Gökkuşuğu Alabalığı	11,76±1,38

4.1.15. Serum laktat dehidrogenaz (LDH)

LDH seviyeleri ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.33’de, ortalama LDH değerleri ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.34’de ve gruplara göre LDH değerleri Şekil 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Serum Laktat Dehidrogenaz değerine ait varyans analiz tablosu

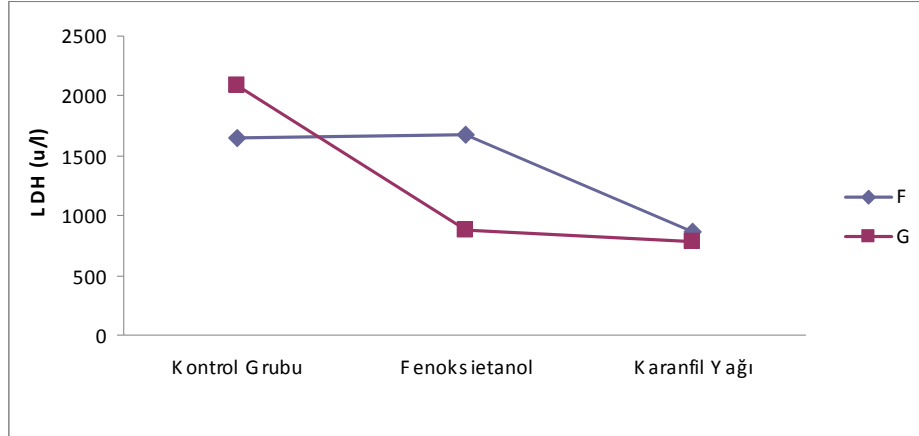
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	2460120,436	10,255	0,001**
Tür	1	144258,191	0,601	0,445
MxT	2	901463,243	3,758	0,037*
Hata	26	239884,494		

*p<0,05 önemli **p<0,01 çok önemli

Çizelge 4.34. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre serum laktat dehidrogenaz miktarı ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Grup	Tür	LDH (u/l)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	1645,67±120,02 ^a
	Gökkuşuğu Alabalığı	2094,00±572,87 ^a
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	1672,25±362,10 ^a
	Gökkuşuğu Alabalığı	882,00±619,67 ^b
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	864,75±434,14 ^b
	Gökkuşuğu Alabalığı	779,00±557,04 ^b

a,b: aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark yoktur



Şekil 4.11. Gruplara göre LDH değeri
(F: Dere alabalığı- *Salmo trutta fario*)
(G: Gökkuşluğu alabalığı-*Oncorhynchus mykiss*)

4.2.Kan parametreleri

Bu araştırmada kan parametrelerinden eritrosit sayısı, lökosit sayısı, trombosit sayısı, hemoglobin, hematokrit ve eritrosit çökme hızı ile Ortalama Eritrosit Hacmi (OEH), Eritrositlerdeki Ortalama Hemoglobin (EOH) ve Ortalama Hemoglobin Konsantrasyonu (EOHK) parametreleri çalışıldı.

4.2.1. Hemoglobin miktarı

Hemoglobin ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.35’de, ortalama Hemoglobin değerleri Çizelge 4.36’da verilmiştir

Çizelge 4.35. Hemoglobin ortalamalarına ait varyans analizi tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	1,161	1,054	0,373
Tür	1	1,681	1,526	0,236
MxT	2	2,111	1,917	0,181
Hata	15	1,101		

Çizelge 4.36. Uygulanan anesteziik maddelerin türlere göre ortalama hemoglobin miktarı

Grup	Tür	Hb (g/100 ml)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	6,950±0,35
	Gökkuşığı Alabalığı	6,550±0,49
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	5,725±0,37
	Gökkuşığı Alabalığı	5,986±0,88
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	5,033±0,23
	Gökkuşığı Alabalığı	7,033±2,33

4.2.2. Hematokrit değerleri

Hematokrit ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.37’de, ortalama hematokrit değerleri Çizelge 4.38’de sunulmuştur.

Çizelge 4.37. Hematokrit değerleri ortalamalarına ait varyans analizi tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	5,969	0,763	0,484
Tür	1	13,935	1,781	0,202
MxT	2	6,636	0,848	0,448
Hata	15	7,824		

Çizelge 4.38. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre ortalama hematokrit değerleri

Grup	Tür	Hematokrit (%)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	23,50±2,121
	Gökkuşığı Alabalığı	19,00±0,001
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	20,00±3,916
	Gökkuşığı Alabalığı	19,14±2,340
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	21,00±3,606
	Gökkuşığı Alabalığı	21,00±2,000

4.2.3. Eritrosit çökme hızı

Eritrosit çökme hızı ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.39’da, ortalama eritrosit çökme hızı değerleri ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.40’da ve gruplara göre çökme hızı Şekil 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.39. Çökme hızına ait varyans analizi tablosu

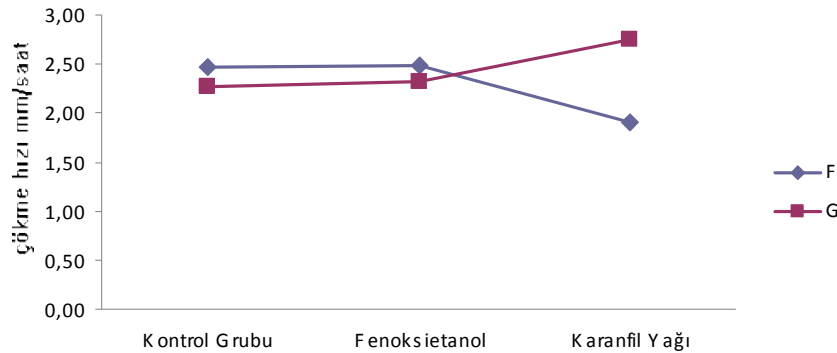
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	0,026	0,116	0,891
Tür	1	0,234	1,045	0,313
MxT	2	1,099	4,904	0,013*
Hata	36	0,224		

*p<0,05 önemli **p<0,01 çok önemli

Çizelge 4.40. Uygulanan anesteziik maddenin türlere göre ortalama çökme hızı ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Grup	Tür	Sedimentasyon (mm/saat)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	2,475±0,3304 ^a
	Gökkuşuğu Alabalığı	2,275±0,2630 ^b
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	2,488±0,1458 ^a
	Gökkuşuğu Alabalığı	2,329±0,7043 ^{ab}
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	1,900±0,2191 ^b
	Gökkuşuğu Alabalığı	2,750±0,3728 ^a

a, b: aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark yoktur



Şekil 4.12. Gruplara göre sedimentasyon değeri

(F: Dere alabalığı– *Salmo trutta fario*)

(G: Gökkuşuğu alabalığı–*Oncorhynchus mykiss*)

4.2.4. Eritrosit sayısı (ES)

ES ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.41’de, uygulanan anesteziik maddelerin türlere göre ortalama ES sayıları Çizelge 4.42’de sunulmuştur.

Çizelge 4.41. Eritrosit sayısı ortalamalarına ait varyans analizi tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	0,009	3,495	0,054
Tür	1	0,004	1,460	0,243
MxT	2	0,006	2,164	0,146
Hata	17	0,003		

Çizelge 4.42. Uygulanan anesteziik maddelerin türlere göre ortalama ES sayıları

Grup	Tür	Ortalama ES Sayısı ($10^6/\text{mm}^3$)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	0,649±0,04
	Gökkuşuğu Alabalığı	0,703±0,43
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	0,641±0,03
	Gökkuşuğu Alabalığı	0,608±0,04
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	0,657±0,07
	Gökkuşuğu Alabalığı	0,716±0,05

4.2.5. Lökosit sayısı (LS)

LS ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.43’de, çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.44’de ve gruplara göre lökosit sayısı Şekil 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Lökosit sayısı ortalamalarına ait varyans analizi tablosu

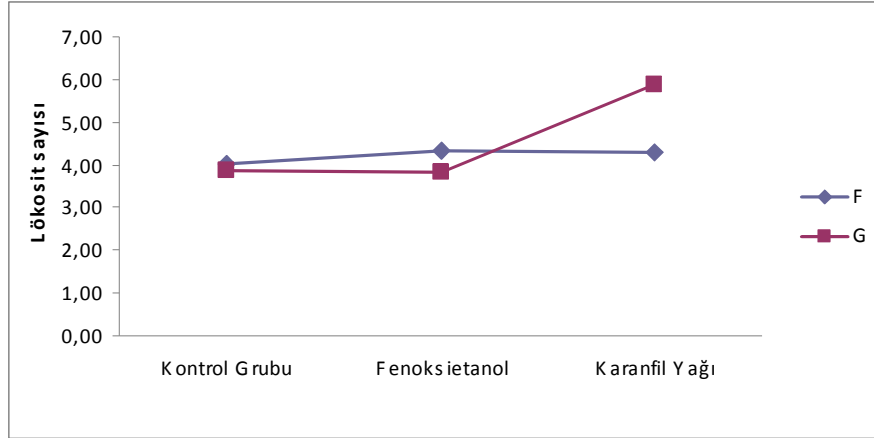
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	2,430	9,825	0,001**
Tür	1	0,447	1,808	0,196
MxT	2	2,154	8,709	0,002**
Hata	17	0,247		

*p<0,05 önemli **p<0,01 çok önemli

Çizelge 4.44. Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Grup	Tür	Ortalama LS Sayısı ($10^4/\text{mm}^3$)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	$4,033 \pm 0,30^b$
	Gökkuşaağı Alabalığı	$3,867 \pm 0,25^b$
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	$4,350 \pm 0,38^b$
	Gökkuşaağı Alabalığı	$3,829 \pm 0,35^b$
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	$4,300 \pm 1,01^b$
	Gökkuşaağı Alabalığı	$5,867 \pm 0,55^a$

a, b: aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark yoktur



Şekil 4.13. Gruplara göre lökosit sayısı

(F: Dere alabalığı- *Salmo trutta fario*)

(G: Gökkuşaağı alabalığı-*Oncorhynchus mykiss*)

4.2.6. Trombosit sayısı (TS)

TS ortalamalarına ait varyans analizi tablosu, Çizelge 4.45’de, ortalama TS değerleri ile çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.46’da ve gruplara göre trombosit sayısı Şekil 4.14’de sunulmuştur.

Çizelge 4.45. Trombosit sayısı ortalamalarına ait varyans analizi tablosu

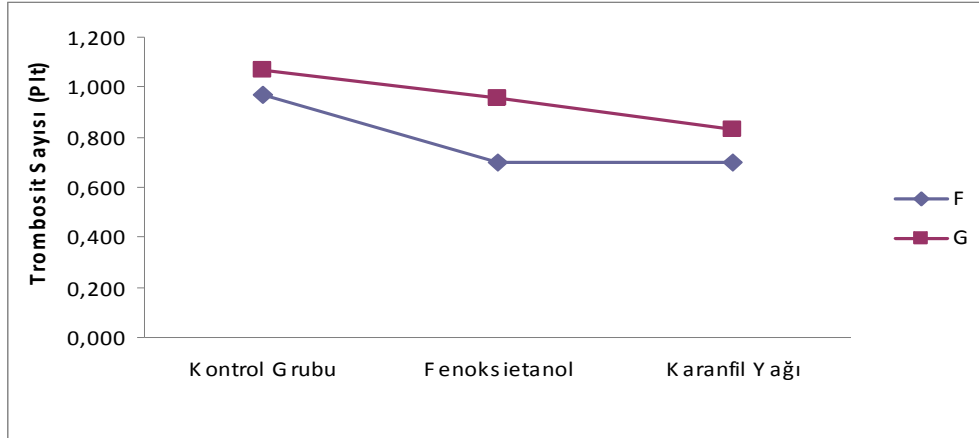
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	0,105	4,072	0,036*
Tür	1	0,139	5,420	0,033*
MxT	2	0,014	0,545	0,590
Hata	17	0,026		

*p<0,05 önemli **p<0,01 çok önemli

Çizelge 4.46. Uygulanan anestezi maddelerine göre ortalama TS sayıları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Grup	Tür	Ortalama TS Sayısı (10 ⁴ /mm ³)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	0,967±0,20 ^b
	Gökkuşuğu Alabalığı	1,067±0,15 ^a
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	0,700±0,08 ^b
	Gökkuşuğu Alabalığı	0,957±0,20 ^b
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	0,700±0,10 ^b
	Gökkuşuğu Alabalığı	0,833±0,05 ^{ab}

a, b: aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak fark yoktur

**Şekil 4.14.** Gruplara göre trombosit sayısı

(F: Dere alabalığı– *Salmo trutta fario*)

(G: Gökkuşuğu alabalığı–*Oncorhynchus mykiss*)

4.2.7. Ortalama eritrosit hacmi (OEH)

OEH, hematokritin eritrosit sayısına bölünmesiyle elde edilen değer on katıdır. Bu hesaplamalardan elde edilen OEH değeri ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.47’de, ortalama OEH değerleri Çizelge 4.48’de sunulmuştur.

Çizelge 4.47. OEH ortalamalarına ait varyans analizi tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	91,307	0,028	0,972
Tür	1	10265,55	3,175	0,095
MxT	2	5162,783	1,597	0,235
Hata	15	3233,145		

Çizelge 4.48. Uygulanan anestezi madde türüne göre ortalama OEH sayıları

Grup	Tür	OEH (μm^3)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	377,965±42,23
	Gökkuşuğu Alabalığı	261,010±30,54
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	313,398±67,58
	Gökkuşuğu Alabalığı	316,366±45,56
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	326,517±90,12
	Gökkuşuğu Alabalığı	295,100±46,34

4.2.8. Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin miktarı (OHM)

OHM, hemoglobin değerinin eritrosit sayısına bölünmesiyle elde edilen değer on katıdır. Bu hesaplamalardan elde edilen OHM değeri ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.49’da, ortalama OHM değerleri Çizelge 4.50’de sunulmuştur

Çizelge 4.49. OHM ortalamalarına ait varyans analizi tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	182,623	0,667	0,528
Tür	1	40,646	0,148	0,705
MxT	2	596,347	2,177	0,148
Hata	15	273,927		

Çizelge 4.50. Uygulanan anestezi madde türüne göre ortalama OHM sayıları

Grup	Tür	OHM (pg)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	111,730±8,089
	Gökkuşuğu Alabalığı	89,930±5,572
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	89,673±10,818
	Gökkuşuğu Alabalığı	98,169±10,434
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	77,287±9,675
	Gökkuşuğu Alabalığı	99,740±37,555

4.2.9. Eritrosit başına düşen ortalama hemoglobin konsantrasyonu (EOHK)

EOHK, hemoglobinin hematokrite bölünmesi ile elde edilen değerin 100 ile çarpılmasından bulunan değerlerdir. Bu hesaplamalardan elde edilen EOHK değeri ortalamalarına ait varyans analizi tablosu Çizelge 4.51’de, ortalama EOHK değerleri Çizelge 4.52’de sunulmuştur.

Çizelge 4.51. EOHK ortalamalarına ait varyans analizi tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	12,800	0,359	0,704
Tür	1	123,77	3,468	0,082
MxT	2	19,368	0,543	0,592
Hata	15	35,687		

Çizelge 4.52. Uygulanan anestezik maddenin türlere göre ortalama EOHK miktarı

Grup	Tür	EOHK (g/100 ml)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	29,625±1,166
	Gökkuşuğu Alabalığı	34,470±2,602
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	29,285±4,822
	Gökkuşuğu Alabalığı	31,643±6,167
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	24,440±4,215
	Gökkuşuğu Alabalığı	33,203±9,838

4.3. Enzim parametreleri ile ilgili sonuçlar

4.3.1. Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz (G-6PD)

G-6PD enzim ortalamalarına ait varyans analizi tablosu, Çizelge 4.53’de, türlere göre ortalama G-6PD değerleri Çizelge 4.54’de ve gruplara ait G-6PD değeri Şekil 4.15’de sunulmuştur.

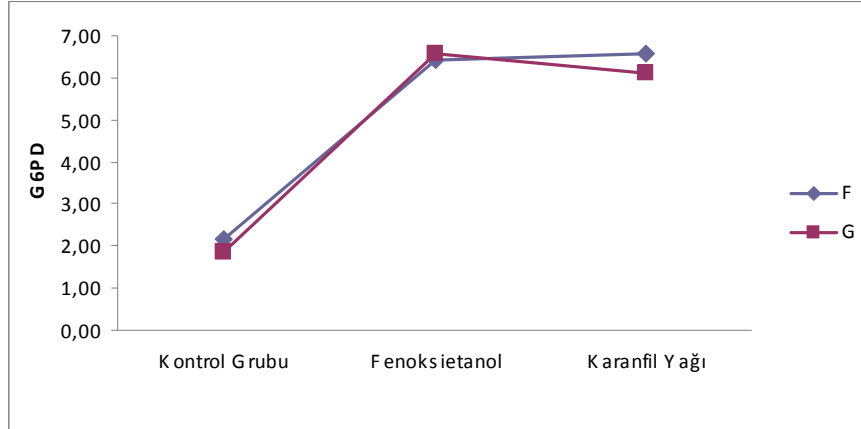
Çizelge 4.53. Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	26,089	6,224	0,034*
Tür	1	0,138	0,033	0,862
MxT	2	0,112	0,027	0,974
Hata	6	4,192		

*p<0,05 önemli **p<0,01 çok önemli

Çizelge 4.54. Uygulanan anestezik maddenin türlere göre ortalama Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz değerleri ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Grup	Tür	G-6PD (IU)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	2,170±1,477 ^b
	Gökkuşuğu Alabalığı	1,848±0,113 ^b
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	6,430±0,227 ^a
	Gökkuşuğu Alabalığı	6,591±1,591 ^a
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	6,591±3,410 ^a
	Gökkuşuğu Alabalığı	6,109±2,955 ^a



Şekil 4.15. Gruplara göre Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz değeri
(F: Dere alabalığı- *Salmo trutta fario*)
(G: Gökkuşluğu alabalığı-*Oncorhynchus mykiss*)

4.3.2. 6-Fosfo Glukonat Dehidrogenaz (6-PGD)

6-PGD enzim ortalamalarına ait varyans analizi tablosu, Çizelge 4.55’de, türlere göre ortalama 6-PGD değerleri Çizelge 4.56’da sunulmuştur.

Çizelge 4.55. 6-Fosfo Glukonat Dehidrogenaz değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	18,092	4,786	0,057
Tür	1	5,602	1,482	0,269
MxT	2	1,459	0,386	0,696
Hata	6	3,780		

Çizelge 4.56. Uygulanan anestezik maddenin türlere göre 6-Fosfo Glukonat Dehidrogenaz sonuçları

Grup	Tür	6-PGD (IU)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	2,049±1,193
	Gökkuşluğu Alabalığı	2,049±1,534
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	4,702±2,557
	Gökkuşluğu Alabalığı	6,511±1,705
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	4,702±2,557
	Gökkuşluğu Alabalığı	6,993±1,705

4.3.3. Glutasyon Redüktaz (GR)

GR enzim ortalamalarına ait varyans analizi tablosu, Çizelge 4.57’de, ortalama GR değerleri Çizelge 4.58’de sunulmuştur.

Çizelge 4.57. Glutasyon Redüktaz değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	0,121	0,429	0,670
Tür	1	1,629	5,762	0,053
MxT	2	0,337	1,190	0,367
Hata	6	0,283		

Çizelge 4.58. Uygulanan anestezik maddenin türlere göre ortalama Glutasyon Redüktaz değerleri

Grup	Tür	GR(IU)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	0,602±0,284
	Gökkuşluğu Alabalığı	1,004±0,852
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	0,602±0,284
	Gökkuşluğu Alabalığı	1,004±0,284
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	0,401±0,000
	Gökkuşluğu Alabalığı	1,808±0,852

4.3.4. Katalaz

Katalaz enzim ortalamalarına ait varyans analizi tablosu, Çizelge 4.59’da, ortalama katalaz değerleri Çizelge 4.60’da sunulmuştur.

Çizelge 4.59. Katalaz değerine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem seviyesi
Muamele	2	0,086	2,795	0,139
Tür	1	0,144	4,686	0,074
MxT	2	0,048	1,569	0,283
Hata	6	0,031		

Çizelge 4.60. Uygulanan anesteziik maddenin türlerine göre ortalama katalaz değerleri

Grup	Tür	Katalaz(IU)
Kontrol Grubu	Dere Alabalığı	0,605±0,002
	Gökkuşaağı Alabalığı	0,566±0,159
Fenoksietanol	Dere Alabalığı	0,618±0,055
	Gökkuşaağı Alabalığı	0,154±0,203
Karanfil Yağı	Dere Alabalığı	0,377±0,306
	Gökkuşaağı Alabalığı	0,222±0,145

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Uygulanan 2 farklı anesteziik maddenin (karanfil yağı ve fenoksietanol) iki farklı balık türünde (gökkuşuğı alabalığı ve dere alabalığı) kan biyokimyası, kan parametreleri ve enzim aktiviteleri istatistik analizlerle belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuçlar Türkçe ve yabancı dilde konu ile ilgili literatürlerle mukayese edilerek farklılıkların nedenleri tartışılmıştır.

5.1. Biyokimyasal parametreler

5.1.1. Glukoz değeri

Glukoz, omurgalı hayvanlarda başlıca yüksek enerjili bileşik olup, kas ve karaciğer dokularında glukojen formunda depo edilir. Bu nedenle kirleticilerin etkisinde sucul organizmalarda metabolik ve fizyolojik olaylarda özellikle hematolojik parametrelerde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi ortamdaki kirlilik düzeyini yansıtmaları bakımından oldukça önem taşımaktadır.

Kontrol grubu glukoz seviyeleri dere alabalığında $78,00 \pm 11,171$ mg/dl, gökkuşuğı alabalığında $72,00 \pm 1,000$ mg/dl olarak bulunmuştur. Fenoksietanol uygulamasında dere alabalığında bu değer $53,00 \pm 10,075$ mg/dl, gökkuşuğı alabalığında $57,00 \pm 20,029$ mg/dl olarak belirlenmiştir. Karanfil yağı uygulanan dere alabalığında ortalama glukoz değeri yükselirken ($137,00 \pm 62,199$ mg/dl), gökkuşuğı alabalığında düşmüştür ($49,71 \pm 19,542$ mg/dl).

Kandaki glukoz seviyesi kontrol grubuna göre fenoksietanol anesteziğinin uygulandığı grupta düşüş gösterirken, karanfil yağının uygulandığı grupta dere alabalığında yükselmiş, gökkuşuğı alabalığında ise düşmüştür. İstatistik analiz sonuçlarında muamele, tür ve muamelextür interaksyonu çok önemli bulunmuştur.

Iverzen *et al.* (2003) somon balığında (*Salmo salar*) glukoz konsantrasyonunda herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Ortono *et al.* (2002), 2-fenoksietanol ile anestezi edilen çipura balığında (*Sparus aurata*) glukoz değerlerinde artış olduğunu belirlemiştir. Velisek *et al.* (2007) yayın (*Siluris glanis*) balığının 2-fenoksietanol ile anestezi edilmesinden 10 dakika sonra kan plazma glukozunda önemli derecede artış olduğunu, artan glukoz seviyesinin 24 saat sonra normale döndüğünü, gökkuşağı alabalığının karanfil yağı ile anestezi edildikten hemen sonra glukoz değerlerinde benzer şekilde değişimin olduğu tespit edilmiştir. Gökkuşağı alabalığında çeşitli organik ve inorganik kirleticilerin etkisinde serum glukoz derişiminde önemli artış saptanmıştır (Vosyliene 1999). Oruç ve Üner (1998) azinfosmetil'in serum total proteininde bir değişim oluşturmadığını ancak serum glukoz düzeyinde bir artmaya neden olduğunu saptamışlardır.

Bıyıklı balık (*Barbus plebejus escherichi*) ile yapılan bir çalışmada ortalama kan glukoz değeri $174,74 \pm 9,04$ mg/dl olarak bulunmuştur (Yıldırım vd 1999). Kaminska *et al.* (1988) sazan balığında (*Cyprinus carpio*) en düşük $36,75 \pm 2,06$ mg/dl, en yüksek ise $64,73 \pm 2,44$ mg/dl olarak tespit etmişlerdir. Elde ettiğimiz değerler yapılan çalışmalardaki değerlerden yüksek olmuştur. Stresin etkisi ile kan glukoz düzeyinde önemli derecede artışın olduğu bildirilmektedir (Biron and Benfey 1994)

Mugilidae familyasının bir üyesi olan kefal balığı (*Mugil cephalus*) ve Sparidae familyasına ait iğne balığı (*Lagodon rhomboides*) türleri ile yapılan farklı araştırmalarda da üreme öncesi dönemde kan glukozunda artış görülmüştür (Folmar *et al.* 1992).

5.1.2. Üre değeri

Kontrol grubu üre seviyeleri dere alabalığında $6,33 \pm 2,251$ mg/dl, gökkuşağı alabalığında $4,33 \pm 0,577$ mg/dl olarak bulunmuştur. Fenoksietanol uygulamasında dere alabalığında bu değer $5,80 \pm 1,304$ mg/dl, gökkuşağı alabalığında $4,25 \pm 1,488$ mg/dl olarak belirlenmiştir. Karanfil yağı uygulanan dere alabalığında ortalama üre değeri $4,00 \pm 2,708$ mg/dl, gökkuşağı alabalığında $4,00 \pm 0,632$ mg/dl bulunmuştur.

Üre değeri üzerine muamele ve muamelextür interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Kontrol grubu ile mukayese edildiğinde muamele gruplarının ve türlerin her ikisinde de düşüş belirlenmiştir.

Balıklarda üre amonyaktan sonra ikinci derecede önemli atık ürünüdür. Üre başlıca solungaçlardan atılır ve balıkların plazma veya serumlarındaki üre konsantrasyonlarındaki artış solungaçların işlevini yapamamasında iyi bir indikatör olarak görülür. Ortalama kan üre değerinin $5,33 \pm 4,056$ mg/dl olarak belirlendiği bir çalışmada en yüksek (18,0 mg/dl) ve en düşük (0,01 mg/dl) üre değeri iskorpit balığı (*Scorpaena porcus*) türünde tespit edilmiştir (Çelik ve Bilgin 2007).

Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ile dere alabalığı (*Salmo trutta*) türleri ile yapılan farklı çalışmalarda elde edilen üre değeri birbirine yakın bulunmuştur. Farklı familyalara ait farklı balık türleriyle yapılan çeşitli araştırmaların bazılarında üre değeri birbirine yakın bulunurken bazı çalışmalarda farklı olarak tespit edilmiştir. Öyleki, iskorpit (*Scorpaena porcus*) ile sazan (*Cyprinus carpio*) balıkları için birbirine yakın olarak tespit edilen üre değeri, çizgili levrek (*Morone saxatilis*), gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ile dere alabalığı (*Salmo trutta*) için bulunan değerden farklılık göstermiştir. Yapılan araştırmalarda kan üre düzeyine; toksik maddelerin, tuzluluğun, sudaki amonyum düzeyinin, beslenmenin, mevsimin, stok yoğunluğu ve balık büyüklüğünün, sanayi atıkları ve kirliliğin, sudaki oksijen düzeyinin, su sıcaklığının ve üremenin de etkili olduğu belirlenmiştir (Çelik ve Bilgin 2007).

5.1.3. Kreatin değeri

Kontrol grubunda kreatin seviyesi dere alabalığında $0,343 \pm 0,183$ mg/dl, gökkuşığı alabalığında $0,396 \pm 0,132$ mg/dl olarak bulunmuştur. Fenoksietanol uygulamasında dere alabalığında bu değer $0,400 \pm 0,054$ mg/dl, gökkuşığı alabalığında $0,020 \pm 0,075$ mg/dl olarak belirlenmiştir. Karanfil yağı uygulamasında dere alabalığında ortalama kreatin değeri $0,075 \pm 0,125$ mg/dl, gökkuşığı alabalığında $0,114 \pm 0,393$ mg/dl bulunmuştur.

Ortalama kreatin değeri üzerine muamelenin çok önemli, tür ve muamele tür interaksyonunun etkisi ise önemsiz olmuştur.

Kreatin, kas dokularındaki yüksek enerjili kreatin fosfat bileşiklerinin harcanmasındaki ADP'nin fosforilizasyonunun bir atık ürünüdür. Artan konsantrasyonları yapısal zararlardan dolayı böbreklerin işlevini etkileyebilir. Düşük konsantrasyonlarının klinik önemi yoktur. Yükselmiş kreatin düzeyleri, azalmış olan glomerular filtrasyonları, yaralanma ve renallerin görevini yapamamasıyla ilişkilidir. Balıklarda kreatin artışına, endüstri işletmelerinin atıklarının yanında oksijen eksikliği de neden olur. Enfeksiyonlarda kreatin artışı, dokulardaki protein yıkımının göstergelerindendir. Böbrek hastalıkları sonucunda kreatin düzeyinde bir artış görülür. Kan kreatin değerinin $0,60 \pm 0,527$ mg/dl olarak belirlendiği bir çalışmada en düşük kreatin değeri gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) (0,10 mg/dl) (Çakıcı 1999), en yüksek kreatin değeri ise kanal kedi balığında (*Ictalurus punctatus*) (2,50 mg/dl) (Smith *et al.* 1987) bulunmuştur. Ayrıca yapılan araştırmalarda kan kreatin düzeyine; rakımın, toksik maddelerin, kirlilik ve evsel atıkların, sanayi atıklarının, su sıcaklığının, yılın, ayın, mevsimlerin, cinsiyetin ve üremenin de etkili olduğu bildirilmiştir.

5.1.4. Alanin amino transferaz (ALT) ve aspartat amino transferaz (AST)

Kontrol grubu ALT seviyeleri dere alabalığında $33,00 \pm 7,099$ u/l, gökkuşağı alabalığında $41,00 \pm 8,185$ u/l olarak bulunmuştur. Fenoksietanol uygulamasında dere alabalığında bu değer yükselmiş ($47,20 \pm 15,482$ u/l), gökkuşağı alabalığında ise düşmüştür ($27,00 \pm 20,029$ ul). Karanfil yağı uygulamasında dere alabalığında ve gökkuşağı alabalığında ALT değerleri düşük ($21,50 \pm 4,933$ u/l, $24,29 \pm 19,644$ u/l) bulunmuştur. Karanfil yağı ile muamele edilen kedi balığının ALT değerlerinde önemli derecede artış gözlenmiştir.

Kontrol grubu AST seviyeleri dere alabalığında $804,33 \pm 359,09$ u/l, gökkuşağı alabalığında $614,67 \pm 123,97$ u/l olarak bulunmuştur. Fenoksietanol uygulamasında dere alabalığında bu değer normale yakın bulunurken ($693,80 \pm 386,75$ u/l), gökkuşağı

alabalığında düşmüştür ($240,38 \pm 156,13$ u/l). Karanfil yağı uygulanan dere alabalığında AST değerleri kontrol grubuna yakın ($630,00 \pm 304,43$ u/l), gökkuşağı alabalığında ise düşük bulunmuştur ($251,14 \pm 145,65$ u/l). Tütün AST değerleri üzerine etkisi çok önemli bulunurken, muamele ve muamelextür interaksiyonunun etkisi önemsiz olmuştur.

Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında AST değeri fenoksietanol ve karanfil yağı ile uygulama yapılan dere alabalığında ve gökkuşağı alabalığında önemli derecede azalmıştır.

Karanfil yağı ile muamele edilen yayın balığının (*Siluris glanis*) AST değerlerinde önemli bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Gökkuşağı alabalığında ise anestezi sonrasında AST değerlerinde azalma belirlenmiştir (Velisek *et al.* 2006; 2007). Fenoksietanol ile muamele edilen sazan ve gökkuşağı alabalığının AST değerlerinde anesteziden sonra azalma meydana gelmiş ve 24 saat sonra eski değerine dönmüştür (Velisek *et al.* 2004).

AST ve ALT glukoneogenik enzimler olup, başlıca sentez yerleri karaciğerdir. Serumda normal koşullarda bulunmazlar. Enzim sentezinin durması, ortam koşullarına adaptasyon sağlanması sonucu enerji gereksiniminin karbonhidrat olmayan kaynaklardan sağlanmasının durdurulması ile açıklanmıştır (Hilmy *et al.* 1985). AST ve ALT düzeylerinde görülen azalmaların ise ortaya çıkan stres koşullarından kaynaklanmış olması olasıdır (Karataş vd 2005). AST düzeylerindeki değişimler toksik etkili kimyasalların yanı sıra üreme, hipoksik koşullar, yoğun stoklama ve açlık gibi stres faktörlerinin etkisinde de meydana gelmektedir (Vijayan *et al.* 1997). Serum AST ve ALT düzeyindeki değişimler doku dejenerasyonu ile protein metabolizmasındaki değişimleri yansıtmaları bakımından önemlidir (Karataş vd 2005).

5.1.5. Alkalın fosfataz (ALP)

Kontrol grubu ALP seviyeleri dere alabalığında $70,03 \pm 55,92$ u/l, gökkuşağı alabalığında $89,43 \pm 20,50$ u/l olarak belirlenmiştir. Fenoksietanol uygulamasında dere

alabalığına bu değer kontrol grubuna göre yüksek bulunurken ($168,67 \pm 106,36$ u/l), gökkuşuğu alabalığına düşmüştür ($41,63 \pm 9,133$ u/l). Karanfil yağı uygulamasında dere alabalığına ALP değerleri kontrol grubuna göre yüksek ($211,00 \pm 153,31$ u/l), gökkuşuğu alabalığına ise düşük ($60,71 \pm 40,55$ u/l) çıkmıştır. İstatistik olarak bakıldığında ALP değerleri üzerine türün etkisi çok önemli, muamelextür interaksiyonunun etkisi ise önemli bulunmuştur.

Karanfil yağı ve 2-fenoksietanol ile muamele edilen balıklar kontrol grubu ile karşılaştırıldığında dere alabalığındaki ALP değerlerinin çok yüksek, buna karşılık gökkuşuğu alabalığındaki değerlerin ise önemli derecede düşük olduğu tespit edilmiştir.

5.1.6. Toplam protein

Toplam protein değerleri kontrol grubu dere alabalığına $3,34 \pm 0,581$ g/dl, gökkuşuğu alabalığına ise $3,39 \pm 0,270$ g/dl olarak bulunmuştur. Fenoksietanol uygulanan grupta toplam protein bakımından kontrol grubuna göre düşüş belirlenmiştir. Karanfil yağı uygulanan grupta dere alabalığına kontrol grubuna yakın değerler bulunurken, gökkuşuğu alabalığına bu değer ($2,62 \pm 0,720$ g/dl) daha düşük olduğu gözlenmiştir. İstatistik analizler sonucunda tür, muamele ve muamelextür interaksiyonu önemsiz bulunmuştur.

Toplam protein değerlerinde muamele yapılan gruplarda dere alabalığı ve gökkuşuğu alabalığına kontrol grubuna göre azalma oluşmuştur.

Toplam protein miktarındaki azalma karaciğer deformasyonlarının göstergesi olarak kabul edilir (Burtis and Ashwood 1996). Balıklarda TP'nin artması fazla enerji sarfıyatı ve düşük çevresel pH'da kan akış dengesinin kontrolünün bozulmasına neden olabilir. Açlık ve absorpsiyonun az veya bozuk olması sonucunda TP miktarında artış, dehidrasyon sonucunda ise azalma görülür (Mayer 1998). Serum protein miktarı, balık bireylerinin beslenme niceliği ve niteliği ile ilgili bir parametre olup, balığın herhangi bir nedenle yetersiz beslenmesi ile ilgili bir durumu gösterir (Goel *et al.* 1981).

Toplam protein ile ilgili araştırmalarda TP değeri balıklarda $3,49 \pm 1,007$ g/dl olarak belirlenmiştir. En yüksek TP değeri Sparidae familyasına ait kırlangıç balığında (*Pagrus auratus*) (7,50 g/dl) bulunurken, en düşük TP değeri ise Ictaluridae familyasına ye kanal kedi balığı (*Ictalurus punctatus*) türünde (0,10 g/dl) tespit edilmiştir (Çelik ve Bilgin 2007).

Araştırmada elde edilen TP değeri, nil tilapiası (*Oreochromis niloticus*) (Chen *et al.* 2002; Azizoğlu ve Cengizler 1996), yılan balığı (*Anguilla anguilla*) $4,33 \pm 1,370$, tatlı su kefali (*Leuciscus cephalus*) $3,84 \pm 0,895$ (Luskova 1995), sazan balığı (*Cyprinus carpio*) (Yamawaki *et al.* 1986) ile ilgili çalışmalardan elde edilen bulgularla uyum içerisindedir.

Balıklarda reme ve hipoksik koşulların yanı sıra organik ve inorganik kirleticilerin de strese neden olduğu, buna bağlı olarak da serum biyokimyasal parametrelerinin değiştiği belirlenmiştir (Levesque *et al.* 2002). Laboratuar koşullarında sazan balığında Cu, Zn (Dhanapakiam and Ramasamy 2001), tilapiada (*Tilapia mossambica*) H, kahverengi yayın balığında (*Ictalurus nebulosus*) Cu (Christensen *et al.* 1972) derişimlerinin uzun süreli etkisinin serum total protein derişimini düşürdüğü, bu düşmenin de kirleticinin ozmoreglasyonu etkileyerek kanın dilüsyonundan kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

5.1.7. Kalsiyum değeri (Ca)

Kontrol grubu kalsiyum seviyeleri dere alabalığında $10,05 \pm 0,583$ mg/dl, gökkuşağı alabalığında $10,44 \pm 0,249$ mg/dl olarak bulunmuştur. Fenoksietanol uygulamasında dere alabalığında ($9,78 \pm 1,559$ mg/dl) ve gökkuşağı alabalığında ($9,35 \pm 0,515$ mg/dl) bu değerin normale yakın olduğu belirlenmiştir. Karanfil yağı uygulamasında dere alabalığında ($10,37 \pm 1,968$ mg/dl) ve gökkuşağı alabalığında ($9,58 \pm 0,689$ mg/dl) kalsiyum değerleri kontrol grubuna yakın bulunmuştur. İstatistik analizler sonucunda tür, muamele ve muamele x tür interaksiyonu önemsiz olmuştur.

Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında kalsiyum değerlerinin karanfil yağı uygulanan dere alabalığı grubunda yükseldiği buna karşılık diğer gruplarda düştüğü görülmüştür.

Balıklarda en düşük Ca değeri (0,200 mmol/l) kanal kedi balığı (*Ictalurus punctatus*) türünde bulunmuştur (Smith *et al.* 1987). İncelenen literatür verilerine göre, Vonck *et al.* (1998)'nın tilapia (*Oreochromis mossambicus*) türünde en yüksek ortalama Ca değeri olarak bildirdiği 11,00±1,100 mmol/l değeri şimdiye kadar kaydedilen literatürler içerisinde bildirilen en yüksek Ca değeri olduğunu rapor etmişlerdir.

Ayrıca yapılan araştırmalarda kan Ca değerine; toksik etkenlerin (Dawson 1990; Atamanalp 2000; Chen *et al.* 2002), hastalığın ve osmoregulasyonun (Bergheim *et al.* 1990), mevsimlerin, yumurtlamanın (Arabacı vd 2001) ve pH'nın (Giles 1984) da etkili olduğu belirlenmiştir.

5.1.8. Toplam kolesterol ve tipleri

Kolesterol değerleri kontrol grubu dere alabalığında 230,33±28,40 mg/dl, gökkuşağı alabalığında 234,00±33,60 mg/dl olarak bulunmuştur. Muamele grupları incelendiğinde fenoksietanol ve karanfil yağının uygulandığı gökkuşağı alabalığında düşüş, dere alabalığında ise kontrol grubuna yakın değerler gözlenmiştir. İstatistik analizler sonucunda türler arasındaki fark önemli olarak ortaya çıkmıştır.

Çeşitli araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalarda incelenen balıklarda ortalama kan kolesterol değeri 248,62±146,248 mg/dl olarak bulunurken en yüksek kolesterol değeri somon balığında (*Salmo salar*) (714,29 mg/dl), en düşük kolesterol değeri ise kanal yayın balığı (*Ictalurus punctatus*) türünde (0,10 mg/dl) belirlenmiştir (Everall *et al.* 1992; Smith *et al.* 1987). Aynı balık türleriyle yapılan değişik çalışmalarda kolesterol değeri birbirinden farklı olarak elde edilmiştir (Warner and Williams 1977; Smith *et al.* 1987; Atamanalp 2000).

Atamanalp vd (2003) alp alabalığı, dere alabalığı ve gökkuşaağı alabalığı (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) ile kolesterol serum tiplerinin karşılaştırılmasının yapıldığı çalışmada kolesterol değerlerinin türlere bağılı olarak değışkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Ararştırcılar tarafından bildirilen bu değerler mevcut çalışmadan elde edilen bulgulardan daha yüksek olmuştur.

Kontrol grubu HDL seviyeleri dere alabalığında $167,00 \pm 3,225$ mg/dl, gökkuşaağı alabalığında $194,67 \pm 36,69$ mg/dl olarak belirlenmiştir. Fenoksietanol uygulamasında dere alabalığında bu değer $139,67 \pm 86,39$ mg/dl, gökkuşaağı alabalığında ise $114,88 \pm 24,46$ mg/dl olarak tespit edilmiştir. Karanfil yağı uygulamasında dere alabalığında HDL değerleri $109,00 \pm 60,01$ mg/dl, gökkuşaağı alabalığında ise $114,00 \pm 15,27$ mg/dl olarak belirlenmiştir. İstatistik olarak bakıldığında muamele grupları arasındaki farkın önemli olduğu gözlenmiştir.

Atamanalp vd (2003) HDL değerlerini alp alabalığında (*Salvelinus alpinus*) 230, dere alabalığında (*Salmo trutta fario*) 174 ve gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nda 26,40 olarak bildirmişlerdir.

Kontrol grubu LDL seviyesi dere alabalığında $46,367 \pm 6,26$, gökkuşaağı alabalığında $51,667 \pm 11,98$ olarak bulunmuştur. Fenoksietanol uygulanan dere alabalığında bu değer kontrol grubuna göre yüksek bulunurken ($69,000 \pm 37,04$), gökkuşaağı alabalığında düşmüştür ($20,000 \pm 26,37$). Karanfil yağı uygulanan dere alabalığında LDL değerleri kontrol grubuna göre yüksek ($99,00 \pm 71,42$) bulunmuştur. Gökkuşaağı alabalığında ise kontrol grubuna göre düşük değer ortaya çıkmıştır ($29,500 \pm 29,40$). Ortalama LDL değeri üzerine türün etkisi çok önemli, muamele x tür interaksyonunun ve muamelenin etkisi ise önemsiz olmuştur.

Atamanalp vd (2003) LDL değerlerini alp alabalığında (*Salvelinus alpinus*) 180, dere alabalığında (*Salmo trutta fario*) 216 ve gökkuşaağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) 21,20 olarak bildirmişlerdir. Gökkuşaağı alabalığı için bildirilen değer araştırma sonuçlarından daha düşük olmuştur.

5.1.9. Sodyum değeri (Na)

Ortalama sodyum değeri kontrol grubu dere alabalığında $148,67 \pm 3,724$ mmol/l, gökkuşağı alabalığında ise $152,67 \pm 3,055$ mmol/l olarak bulunmuştur. Muamele grupları ile karşılaştırıldığında dere alabalığında önemli bir fark ortaya çıkmazken gökkuşağı alabalığında çok az miktarda düşüş olduğu belirlenmiştir. İstatistik analiz sonucunda gruplar ve türler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Balıklar üzerine yapılan çalışmalarda ortalama kan Na değeri $162,00 \pm 44,330$ mmol/l olarak hesaplanmıştır. Na değeri, gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ile kanal kedi balığı (*Ictalurus punctatus*) ve somon (*Salmo salar*) ile gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) türleri arasında birbirine benzer olarak tespit edilmiştir. Kanal kedi balığı (*Ictalurus punctatus*), Adriyatik mersin balığı (*Acipenser naccarii*), somon (*Salmo salar*) balığı ile yapılan farklı çalışmalar ile gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) türleri arasında Na değeri birbirinden farklılık göstermiştir (Çelik 2006).

Giles (1984) ($153,00 \pm 3,830$), Railo *et al.* (1985) ($139,70 \pm 1,200$) ve Wilkie *et al.* (1996)'nin ($143,00 \pm 4,180$) gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ile yapılan farklı çalışmalarından elde edilen sonuçlar ile mevcut çalışmadan elde edilen bulgular benzerlik göstermektedir. Rosseland *et al.* (1982) somon balığı (*Salmo salar*) ($158,00-174,00$) ve Nelson *et al.* (1996) morina balığı (*Gadus morhua*) ($193,50 \pm 10,20$) ile yaptıkları çalışmalardan elde edilen sonuçların mevcut verilerden yüksek olduğu belirlenmiştir. Warner and Williams (1977) kanal kedi balığı (*Ictalurus punctatus*) ($137,00 \pm 310,0$) ve Yamawaki *et al.* (1986) sazan balığı (*Cyprinus carpio*) ($135,30 \pm 1,260$) ile yürüttükleri araştırmalardan elde ettikleri sonuçlar ile çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgular uyumsuzluk göstermektedir.

5.1.10. Potasyum değeri (K)

Potasyum seviyesi kontrol grubu dere alabalığında $2,623 \pm 0,3694$ mmol/l, gökkuşağı alabalığında $1,360 \pm 0,1833$ mmol/l olarak belirlenmiştir. Muamele grupları kontrol

grubu ile karşılaştırılarak dere ve gökkuşağı alabalığında her iki muamele sonucunda potasyum değerlerinde düşüş olduğu tespit edilmiştir. İstatistik olarak muamele, tür ve muamelextür interaksiyonunun potasyum değeri üzerine etkisi çok önemli bulunmuştur.

Salmonidae familyasının bir üyesi olan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) türü ile yapılan çeşitli çalışmalarda K değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Somon balığı (*Salmo salar*) ile yapılan farklı araştırmalarda tespit edilen K değerleri birbirinden farklı bulunurken benzer durum *Cyprinidae* familyasının bir üyesi olan sazan balığı (*Cyprinus carpio*) türü ile yapılan araştırmalarda da görülmüştür. Bu sonuçlara göre kan K değerleri aynı tür içerisindeki farklı popülasyonlarda değişiklik gösterebilmektedir. Kanal kedi balığı (*Ictalurus punctatus*), mersin balığı (*Acipenser naccarii*) ile gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve nil tilapiası (*Oreochromis niloticus*) ile inci kefali (*Chalcalburnus tarichi*) türleri için belirlenen K değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Diğer familyalar arasında ve aynı familyaya ait farklı türler arasında elde edilen K değerleri değişkenlik göstermiştir. Gökkuşağı alabalığı ile yapılan çeşitli araştırmalarda elde edilen sonuçlar mevcut araştırma bulgularından yüksek olmuştur (Çelik 2006).

Farklı türden balıklar üzerine yapılan araştırmalardan elde edilen verilere göre plazma ve serum K miktarına, mevsimlerin, toksik etkenlerin, stok yoğunluğunun, hastalık ve osmoregulasyonun, stresin, örnekleme durumunun, sıcaklığın, hipoksik şartların, yumurtlamanın, pH'ın ve su kalitesinin de etkili olduğu bildirilmektedir (Çelik 2006).

5.1.11. Klor değeri (Cl)

Kontrol grubu incelendiğinde klor seviyesi dere alabalığında $125,33 \pm 5,391$ mmol/l, gökkuşağı alabalığında $126,67 \pm 2,082$ mmol/l olarak bulunmuştur. Muamele grupları ile karşılaştırıldığında her iki tür için de kontrol grubuna göre düşük sonuçlar elde edilmiştir.

Yapılan çalışmada klor, kontrol grubuna göre fenoksietanol uygulaması yapılan dere alabalığında yükselmiş, karanfil yağı uygulaması yapılan dere alabalığında ise düşmüştür. Gökkuşaağı alabalığında ise her iki muamele sonrasında da klor değeri yükselmiştir. İstatistik açıdan bakıldığında muamele ve muamelextür interaksyonu sonucu önemsiz, türler arası fark ise önemli bulunmuştur.

Çelik (2007) ortalama kan Cl değerinin $132,43 \pm 21,620$ mmol/l olduğunu, en yüksek ($196,00$ mmol/l) ve en düşük ($73,00$ mmol/l) Cl değerin ise kanal kedi balığı (*Ictalurus punctatus*) türünde ortaya çıktığını bildirmiştir. Bildirilen değerler bizim araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlardan yüksek bulunmuştur.

Literatürler incelendiğinde; çalıştığımız balık türlerinden elde edilen Cl değerlerinin mozambik tilapia balığı (*Oreochromis mossambicus*) için saptanan $142,10 \pm 5,30$ (Vonck *et al.* 1998) değerlerinden yüksek; sazan balığı (*Cyprinus carpio*) $114,30 \pm 1,890$ (Yamawaki *et al.* 1986) ve mersin balığı (*Acipenser naccarii*) $112,90 \pm 3,500$ (Cataldi *et al.* 1998) ile yapılan çalışmalarda elde edilen değerlerden düşük olduğu belirlenmiştir. Gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) için tespit edilen $127,90 \pm 5,090$ değeri (Railo *et al.* 1985) ile paralellik göstermektedir.

Aynı balık türleri için yapılan çeşitli araştırmalarda serum ve plazma Cl değerine; mevsimlerin, toksik etkenlerin, hastalık ve osmoregulasyonun, sıcaklığın, stresin, örnekleme durumunun, hipoksik şartların, tuzluluğun, yumurtlamanın, pH'ın ve su kalitesinin de etkili olduğu bildirilmiştir .

5.1.12. Magnezyum değeri (Mg)

Kontrol grubu magnezyum seviyesi ortalama olarak dere alabalığında $2,216 \pm 0,212$ mg/dl, gökkuşaağı alabalığında $2,566 \pm 0,136$ mg/dl olarak belirlenmiştir. Fenoksietanol uygulamasında dere alabalığında bu değer $2,715 \pm 0,643$ mg/dl, gökkuşaağı alabalığında $2,935 \pm 0,452$ mg/dl olarak tespit edilmiştir. Karanfil yağı uygulanan dere alabalığında

magnezyum değeri $2,582 \pm 0,498$ mg/dl, gökkuşığı alabalığında ise $3,280 \pm 1,124$ mg/dl'dir.

Kontrol grubu ile muameleler karşılaştırıldığında 2-fenoksietanol ve karanfil yağı uygulaması sonucunda her iki balık türünde de magnezyum değeri yükselmiştir. İstatistik olarak bakıldığında muamele, tür ve muamelextür interaksiyonunun Mg değeri üzerine etkisi önemsiz olmuştur.

İncelenen balık türleri içerisinde en düşük kan Mg değeri $0,04$ mmol/l ile kanal kedi balığında (*Ictalurus punctatus*) tespit edilmiştir. Konuyla ilgili çalışmalarda somon balığı (*Salmo salar*) için bildirilen en yüksek ortalama Mg değeri $(4,60 \pm 0,100)$ mmol/l nin, şimdiye kadar kaydedilen literatürlerde bildirilen en yüksek Mg değerinden de yüksek olduğu ifade edilmiştir. Ortalama Mg değeri ise $1,52 \pm 0,570$ olarak hesaplanmıştır. Bu araştırmada magnezyum için yapılan ölçümler literatürlerle uyum içerisinde.

Cyprinidae familyasına ait sazan balığında (*Cyprinus carpio*) Mg değeri birbirinden farklı bulunmuştur. Benzer durum Salmonidae familyasına ait somon balığı (*Salmo salar*) ile yapılan farklı çalışmalarda da görülmüştür. Mg değerine toksik etkenlerin, hastalıkların, mevsimlerin, tuzluluğun, yumurtlamanın ve pH'ın da etkili olduğu bildirilmiştir (Çelik 2006).

5.1.13. Fosfor değeri (P)

Kontrol grubu ortalama fosfor seviyesi dere alabalığında $11,86 \pm 2,34$ mg/dl, gökkuşığı alabalığında ise $12,88 \pm 1,35$ mg/dl olmuştur. Fenoksietanol anestezi maddeinde ise dere alabalığı için $13,82 \pm 1,27$ mg/dl, gökkuşığı alabalığı için $13,30 \pm 1,54$ mg/dl olarak belirlenmiştir. Karanfil yağı uygulamasında dere alabalığında fosfor değerleri $11,67 \pm 1,67$ mg/dl, gökkuşığı alabalığında ise $11,76 \pm 1,38$ mg/dl olarak belirlenmiştir.

Fosfor değerleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 2-fenoksietanol muamelesi sonucunda dere ve gökkuşağı alabalığında yükselmiştir. Karanfil yağı uygulaması sonucunda ise her iki türün fosfor değerlerinde düşüş gözlenmiştir. İstatistik olarak bakıldığında muamele, tür ve muamelextür interaksiyonunun önemli olmadığı gözlenmiştir.

zerinde çalışılan balıklar içerisinde en düşük kan P değeri, siyah pacu balığında (*Piaractus brachypomus*) (1,33 mmol/l), en yüksek kan P değeri ise gökkuşağı alabalığı türünde (7,98 mmol/l) elde edilirken farklı türlerdeki ortalama P değeri $3,78 \pm 1,020$ mmol/l olarak hesaplanmıştır (akıcı 1999; Sakamoto *et al.* 2001). Bu değerlerin bizim araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlardan düşük olduğu grlmştr. Farklı araştırıcılar tarafından Salmonidae familyasına ait gökkuşağı alabalığı türü ile yapılan çalışmalarda P değeri bakımından türler arasında farklılık gözlenmemiştir (Wilki *et al.* 1996; akıcı 1999). Bu veriler mevcut çalışma ile uyum içerisindedir

Aynı veya farklı familyalara ait balıklar ile yapılan araştırmalarda kan P değerinde farklılıklar gözlenmiş olmasında toksik etkenlerin, yumurtlamanın ve pH'ın etkili olduğu bildirilmiştir (Giles 1984; Chen *et al.* 2002; elik 2006).

5.1.14. Serum laktat dehidrogenaz (LDH)

Ortalama LDH seviyesi kontrol grubu dere alabalığında $1645,67 \pm 120,02$ u/l, gökkuşağı alabalığında $2094,00 \pm 572,87$ u/l olarak bulunmuştur. Muamele grupları incelendiğinde fenoksietanol uygulaması sonucunda bu değer dere alabalığında $1672,25 \pm 362,10$ u/l, gökkuşağı alabalığında $882,00 \pm 619,67$ u/l; karanfil yağı uygulamasında ise dere alabalığında $864,75 \pm 434,14$ u/l, gökkuşağı alabalığında $779,00 \pm 557,04$ u/l olarak belirlenmiştir. İstatistik olarak bakıldığında LDH değeri üzerine türün etkisi önemsiz, muamele çok önemli ve muamele tür etkileşiminin ise önemli olduğu bulunmuştur.

Kontrol grubuna göre LDH değeri karanfil yağı muamelesi sonucunda dere ve gökkuşağı alabalığının değerlerinde azalmalar oluşmasına karşılık fenoksietanol

uygulamasının yapıldığı dere alabalığında değişiklik görülmemiştir. LDH düzeyinin artması membran permeabilitesinin etkilenecek, bu enzimlerin doğrudan kana salınmasından kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Hilmy *et al.* 1985).

Karanfil yağının yayın balığı (*Siluris glanis*)’nda LDH değeri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada kontrol grubu ile mukayese edildiğinde LDH değerinde muamele grubunda denemeden hemen sonra ve 24 saat sonra yükselme olduğu belirlenmiştir (Velisek *et al.* 2006). Gökkuşluğu alabalığı için LDH değerleri bir başka çalışmada değişiklik göstermemiştir. Bu durum yapılan araştırma ile çelişmektedir (Velisek 2005).

5.2. Kan parametreleri ile ilgili sonuçlar

Balıklar akuatik çevrenin koşullarını ve değişimini belirlemede bioindikatör olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple ekosistemdeki değişimlere bağlı olarak balığın çeşitli seviyelerde bu değişimlere gösterdiği tepkilerin derecelerinin ve şeklinin bilinmesi gerekmektedir. Balıklarda hematolojik ve biyokimyasal parametreler, omurgalı sucul canlıların biyolojik göstergeleri olduğu gibi çevresel ve insan kaynaklı stres faktörlerinin etkilerini ve ekosistem sağlığının düzeyinde göstermektedir (Heath 1990; Lusková 1997).

Kırmızı kan hücreleri sabit bir indekstir. Balık vücudu, farklı fizyolojik mekanizmalara karşı kullanılan, fizyolojik standart limitleri içindeki bu sabit indeksi sürdürmek için uğraşır. Kan indeksleri (RBC, Hb, Hct ve GLC) kirleticilere ve tahriş edici maddelere karşı organizmanın verdiği sekonder cevap olarak kullanılabilir. Düşük konsantrasyonlu ağır metallerle maruz kalma, çoğunlukla bu hematolojik indekslerdeki artışın bir göstergesidir. Balıkta stres reaksiyonlarının başlangıcındaki reflekslerin tümüne kimyasallar neden olur. Balık stres reaksiyonu, osmotik dengesizlik ve iyonik değişimi düzenleyici sistemlerdeki değişikliklere (kan pH’nın azalması, eritrosit hacmindeki artış ve buna bağlı olarak hematokrit yüzdesinde artış) neden olur. Stres altında salgılanan

adrenalin, dalağın kasılmasına ve bu organdan eritrositlerin kana karışmasına neden olarak hematokrit oranını artırır (Vosylienė 1999).

5.2.1. Hemoglobın miktarı

Kontrol grubu dere alabalığında ortalama hemoglobın değeri $6,950 \pm 0,35$ g/100 ml, gökkuşaağı alabalığında $6,550 \pm 0,49$ g/100 ml olarak bulunmuştur. Ortalama hemoglobın değeri bakımından gruplar arasındaki fark önemli olmamıştır. Bu değeri Kocabatmaz ve Ekingen (1984) ile Atamanalp (2000)'in sağlıklı alabalık için bildirdiğı aralıkta (min. 4,3 max. 10,9 ve ort. 6,5) yer almıştır.

Bu çalışmada en düşük değeri karanfil yağının uygulandığı dere alabalığında ($5,033 \pm 0,23$ g/100 ml), en yüksek değeri karanfil yağının uygulandığı gökkuşaağı alabalığında ($7,033 \pm 2,33$ g/100 ml) belirlenmiştir. Elde edilen bu bulgular karanfil yağına gökkuşaağı ve dere alabalığının farklı tepkiler verdiğini göstermiştir.

Hemoglobın değeri karanfil yağının uygulandığı gökkuşaağı alabalığında yükselmiş, buna karşılık diğeri muamelede değışim görülmemiştir.

Stres faktörü olarak düşünölen enfeksiyon oluşumunun balıklardaki kan parametreleri üzerine olan etkilerini belirlemek için sazan balığı (*Cyprinus carpio*) anestezi (%25'lik fenoksiethanol) edilerek kan örnekleri analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler kontrol grubu ($5,16 \pm 0,20$ g/dl) ile karşılaştırıldığında hemoglobın değerinin ($7,47 \pm 0,35$ g/dl) yükseldiğı görölmüştür (Güleç ve Şahan 2009).

Goel *et al.* (1981), Bazı Hindistan tatlısu balıklarında karşılaştırmalı hematolojik çalışmalar gerçekleştirmişler ve balıklardaki hematolojik parametrelerin çevresel etkilere bağılı olarak değışimini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre, eritrosit ve hemoglobın miktarı suyun oksijen içeriğinin azalması ile kanda artış göstermiştir.

Araştırmada ortalama olarak bulunan Hb değeri; levrek (*Pagrus auratus*) (Canfield *et al.* 1994), gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) (Martinez *et al.* 1994), tatlı su kefali (*Leuciscus cephalus*) (Haşiloğlu ve Atamanalp 2002), somon balığı (*Salmo salar*) (Sandnes *et al.* 1988), sazan (*Cyprinus carpio*) (Yamawaki *et al.* 1986) balıklarında görülen değerlerden düşük, Abant alabalığı (*Salmo trutta abanticus*) (Kocabatmaz ve Ekingen 1984), çipura (*Sparus aurata*) (Pages *et al.* 1995), kılıçkuyruk (*Xiphophorus helleri*), sazan (*Cyprinus carpio*) (Van Vuren and Hattingh 1978) türlerinde bulunan değere benzer olarak tespit edilmiştir. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) (Atamanalp 2000), israil çipurası *Oreochromis niloticus* (Azizoğlu ve Cengizler 1996), dere alabalığı (*Salmo trutta*) (Blaxhall and Daisley 1973), dil balığı (*Scophthalmus aquasus*) (Dawson 1990), morina balığı (*Gadus morhua*) (Lie *et al.* 1989), ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella*) (Martinez *et al.* 1994) ve kalkan balığı (*Scophthalmus maximus*) (Quentell and Obach 1992) türlerinde tespit edilen değerlerden ise yüksek bulunmuştur.

5.2.2. Hematokrit değeri

Kontrol grubu dere alabalığı için hematokrit değeri $23,50 \pm 2,121$, gökkuşığı alabalığı için $19,00 \pm 0,04$ olarak ölçülmüştür. Bu değer Kocabatmaz ve Ekingen (1984) ve Atamanalp (2000)'in sağlıklı alabalıklar için bildirdikleri değer ile (min. 19,0, max. 41,3 ve ort 28,0) uygunluk göstermektedir.

Fenoksietanol uygulamasında dere alabalığında bu değer $20,00 \pm 3,916$, gökkuşığı alabalığında $19,14 \pm 2,34$ olarak belirlenmiştir. Karanfil yağı uygulamasında dere alabalığında hematokrit seviyesi $21,00 \pm 3,606$, gökkuşığı alabalığında $21,00 \pm 2,00$ olarak bulunmuştur. Hematokrit değeri tür, muamele ve muamelextür interaksiyonundan etkilenmemiştir.

Gökkuşığı alabalığında kontrol grubuna göre her iki anestezi uygulaması hematokrit seviyesini yükseltmesine rağmen dere alabalığında bu oran düşük bulunmuştur.

Balıklarda hematokrit oranının balık türüne göre değiştiği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir. Araştırmada elde edilen ortalama hematokrit oranı; gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) (Kocabatmaz ve Ekingen 1984; Atamanalp 2000), israil çipurası (*Oreochromis niloticus*) (Azizoğlu ve Cengizler 1996; Chen *et al.* 2002), somon balığı (*Salmo salar*) (Bergheim *et al.* 1990), dere alabalığı (*Salmo trutta*) (Blaxhall and Daisley 1973), levrek (*Pagrus auratus*) (Canfield *et al.* 1994), abant alabalığı (*Salmo trutta abanticus*) (Kocabatmaz ve Ekingen 1984), çipura (*Sparus aurata*) (Pages *et al.* 1995), sazan balığı (*Cyprinus carpio*) (Van Vuren and Hattingh 1978) ve mercan balığı (*Chrysophrys major*) (Yone *et al.* 1986) türleri için elde edilen değerlerden düşük olmuştur. Kalkan (*Scophthalmus aquasus*) (Dawson 1990) ve morina (*Gadus morhua*) (Nelson *et al.* 1996) balıklarında tespit edilen değerlere yakın bulunmuştur.

Doğal ortamlarda dere alabalığı (*Salmo trutta*), gölge balığı (*Thymallus thymallus*), sazan (*Condrostoma nasus*), kefal (*Leuciscus cephalus*) ve barbus (*Barbus barbus*) ile yapılan araştırmalarda hematokrit, hemoglobin düzeyleri ve eritrosit sayısı gibi hematolojik parametrelerin biyotik ve abiyotik faktörlere bağlı olarak değişim gösterdiği, bireysel ve eşeyssel farklılıklarla üreme döngüsünün bunda etkili olduğu belirlenmiştir (Luskova 1997).

Kedi balığında (*Clarias gariepinus*) eşey, sağlık durumu ve aklimasyonun kan parametreleri üzerine etkileri olduğu ve türün hematolojik parametrelerini değerlendirirken dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir (Gabriel *et al.* 2004). *C. gariepinus*'un hematokrit, hemoglobin ve total plazma protein düzeylerinin 14°C ve 41°C aklimasyon sıcaklıklarında 29°C kontrol grubuna oranla önemli derecede ayırım gösterdiği belirtilmektedir (Adeyemo *et al.* 2003).

5.2.3. Eritrosit çökme hızı

Kontrol grubunda ölçülen çökme değeri dere alabalığında $2,475 \pm 0,3304$ mm/saat, gökkuşağı alabalığında $2,275 \pm 0,2630$ mm/saat'tir. Bu değer McCarty *et al.* (1973),

Kocabatmaz ve Ekingen (1984) ve Atamanalp (2000)'in sağlıklı alabalıklar için bildirdiği değerler ile (0,0–8,0 ve 1,8–6,0 mm/saat) uyum içerisinde dir.

Fenoksietanol ve karanfil yağı ile yapılan uygulamalarda en yüksek değer $2,750 \pm 0,3728$ mm/saat ile karanfil yağı uygulanan gökkuş ağı alabalığında, en düşük değer ise $1,900 \pm 0,2191$ mm/saat ile karanfil yağı uygulanan dere alabalığında tespit edilmiştir. İstatistik analizler sonucunda muamele grupları ve türler arasındaki fark önemsiz, muamele x tür interaksyonu ise önemli bulunmuştur.

2-fenoksietanol uygulaması sonucunda gökkuş ağı ve dere alabalığında sedimentasyon değeri yükselirken, karanfil yağı uygulanan dere alabalığında düşmüştür. Karanfil yağı uygulanan gökkuş ağı alabalığında ise yükselmiştir.

Kocabatmaz ve Ekingen (1984) sedimentasyon değ erinin pullu sazanda 0,8–2,3 mm/saat, aynalı sazanda 1,8–2,5 mm/saat, yayın balığında 2,5–5,6 mm/saat ve tatlı su kefalinde 2,0–3,3 mm/saat; Kumar *et al.* (1999) ise tatlı su kedi balığında (*Heteropneustes fossilis*) $6,0 \pm 2,0$ mm/saat olduğunu bildirmişlerdir.

Akut enfeksiyonlar, ağır metal zehirlenmeleri ve böbrek deformasyonları gibi durumlarda eritrosit sedimentasyon oranı yükselme göstermektedir (Blaxhall and Daisley 1973). Balıklarda enfeksiyon varlığı ile sedimentasyon hızı artmaktadır (Kocabatmaz ve Ekingen 1984).

Bu değ erlerin literatürler de bildirilen değ erlerden farklılık göstermesi denemeye alınan balık türlerinin, kullanılan balıkların cinsiyet ve yaş larının ve çalışmaların yapıldığı koş ulların farklı olmasından kaynaklanmış olabilir (Kocabatmaz ve Ekingen 1984). Suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değ iş imler de balıkların hematolojik parametrelerinde değ iş ime neden olmaktadır. Suyun pH'sının asidik yöne kaymasının balıklarda hematokrit, hemoglobin düzeyleri ile eritrosit sayısını arttırdığı, bunun da hemokonsantrasyon ile plazma elektrolitlerinin regülasyonundaki bozulma sonucu kan hücrelerinin şiş mesinden kaynaklanabileceğı belirtilmiştir (Heath 1995).

5.2.4. Eritrosit sayısı (ES)

Kontrol grubundaki dere alabalığı ve gökkuşağı alabalığından alınan kan örneklerinde ortalama eritrosit sayısı $0,649 \pm 0,04 \times 10^6/\text{mm}^3$ ve $0,703 \pm 0,43 \times 10^6/\text{mm}^3$ olarak belirlenmiştir. Bu değer, Kocabatmaz ve Ekingen (1984) ve Atamanalp (2000)'in sağlıklı gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) için bildirdikleri değer ile (min $0,538 \times 10^6/\text{mm}^3$, max $1,185 \times 10^6/\text{mm}^3$, ort $0,782 \times 10^6/\text{mm}^3$) uygunluk göstermektedir. Ezzat *et al.* (1974) bu değer *Tilapia zilli*'de $1,8 \times 10^6/\text{mm}^3$, Satake *et al.*, (1986) zırhlı kedi balığı (*Hypostomus paulinus*)'nda $0,66-2,01 \times 10^6/\text{mm}^3$ aralığında olduğunu, Favaretto *et al.* (1978), kültüre alınmış vatoz balığı (*Hypostomus regani*)'nda $0,69 \times 10^6/\text{mm}^3$, Satake *et al.* (1985) yabani vatoz balığı (*Hypostomus regani*)'nda $1,04 \times 10^6/\text{mm}^3$, Torres *et al.* (1986), noktalı vatoz balığı (*Hypostomus punctatus*)'nda $1,00 \times 10^6/\text{mm}^3$ Santhakumar *et al.* (1999), *Anabas testudineus*'da $4,09 \times 10^6/\text{mm}^3$ olduğunu rapor etmişlerdir.

2-fenoksietanol anestezisinin uygulandığı gökkuşağı alabalığı ve dere alabalığında ortalama eritrosit sayısı $0,608 \pm 0,04 \times 10^6/\text{mm}^3$ ve $0,641 \pm 0,03 \times 10^6/\text{mm}^3$; karanfil yağının uygulandığı gökkuşağı alabalığı ve dere alabalığında ise $0,716 \pm 0,05 \times 10^6/\text{mm}^3$ ve $0,657 \pm 0,07 \times 10^6/\text{mm}^3$ olarak bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre 2- fenoksietanol, dere ve gökkuşağı alabalığında eritrosit sayısını düşürmüş, karanfil yağı ise yükseltmiştir.

Velisek *et al.* (2005) karanfil yağı ile muamele edilen gökkuşağı alabalığının eritrosit değerlerini anesteziden hemen sonra $1,28 \pm 0,26 \times 10^6/\text{mm}^3$, 24 saat sonra ise $1,16 \pm 0,25 \times 10^6/\text{mm}^3$ olarak belirlemişlerdir. Anesteziden hemen sonra elde edilen değer kontrol grubuna göre düşerken 24 saat sonra ölçülen değerler kontrol grubuna göre yüksek olarak belirlenmiştir. Gökkuşağı alabalığında karanfil yağı uygulamasının eritrosit sayısını düşürmesi mevcut çalışma ile uyumsuzluk göstermektedir.

Kimyasallara maruz bırakılan Scophthalmidae familyasına ait dil balığı (*Scophthalmus aquosus*) türünün RBC sayısı, Hb değeri ve Hct oranında, kontrol grubuna oranla, önemli derecede artışlar gözlenmemiştir (Dawson 1990). Yayın balığı (*Siluris glanis*) ile yapılan çalışmada, karanfil yağı ile anesteziyen hemen sonra ve 24 saat sonra eritrosit sayısında kontrol grubuna göre yükselme olduğu bildirilmiştir (Velisek *et al.* 2006). Bu durum gerek bizim araştırma sonuçlarımız ile gerekse diğer literatür sonuçları ile çelişkiye neden olmaktadır. Bu çelişki denemede kullanılan balık türlerinin farklı olması ile izah edilebilir.

5.2.5. Lökosit sayısı (LS)

Kontrol grubundaki balıklardan alınan kan örneklerinde ortalama lökosit sayısı dere alabalığında $4,033 \pm 0,30 \times 10^4/\text{mm}^3$ ve gökkuşaağı alabalığında ise $3,867 \pm 0,25 \times 10^4/\text{mm}^3$ olarak belirlenmiştir. Bu değer, Kocabatmaz ve Ekingen (1984) ve Atamanalp (2000)'in sağlıklı gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) için bildirdiğı değerlerle (min $3,0 \times 10^4$, max $6,5 \times 10^4$ ve ort $4,6 \times 10^4$) uygunluk göstermektedir.

Uygulanan anestezi maddelerin türlere göre LS değışimi, 2-fenoksietanol uygulamasının yapıldığı dere alabalığı grubunda $4,350 \pm 0,38 \times 10^4/\text{mm}^3$, gökkuşaağı alabalığında $3,829 \pm 0,35 \times 10^4/\text{mm}^3$; karanfil yağı uygulanan dere alabalığı grubunda $4,300 \pm 1,01 \times 10^4/\text{mm}^3$, gökkuşaağı alabalığı grubunda ise $5,867 \pm 0,55 \times 10^4/\text{mm}^3$ olarak tespit edilmiştir. Lökosit sayısı, karanfil yağı ile anestezi sonrasında dere ve gökkuşaağı alabalığında, fenoksietanol ile anestezi sonucunda dere alabalığında yükselmiş, fenoksietanol ile muamele edilen gökkuşaağı alabalığında ise düşmüştür.

Araştırma sonucunda elde edilen ortalama değerlerden, kontrol grubu ile karanfil yağı ve fenoksietanol grupları arasında ve grupların kendi arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemsiz, buna karşılık karanfil yağının gökkuşaağı alabalığında oluşturduğu değışimin önemli olduğu bulunmuştur.

Velisek *et al.* (2005) gökkuşığı alabalığı için anesteziye hemen sonra ve 24 saat sonraki değerleri $23,70 \pm 4.69 \times 10^4/\text{mm}^3$ ve $19,60 \pm 9,96 \times 10^4/\text{mm}^3$ olarak rapor etmişlerdir. Karanfil yağı ile anestezi edilen sazan balığı ve gökkuşığı alabalığının hematolojik profilinde önemli bir değişim görülmemiştir. Yayın balığında (*Siluris glanis*) karanfil yağı ile muamelenin hemen sonrasında ve 24 saat sonrasında lökosit miktarında önemli derecede azalma belirlenmiştir (Velisek *et al.* 2006).

Noyan (1980), Roberts (1989), Yılmaz ve Otlı (1989) ve Isoda and Fujimaki (1990) yapmış oldukları çalışmalarda, herhangi bir enfeksiyona maruz kalmış, hasta balık bireylerinde, eritrosit sayısında düşüş olduğunu ve lökosit hücrelerinde de savunmaya bağlı artışın görüldüğünü bildirmişlerdir.

Gökkuşığı alabalığında ise anesteziye hemen sonra lökosit sayısında değişim olmazken 24 saat sonra artış belirlenmiştir (Velisek 2005). Sazan balığı ve gökkuşığı alabalığının 2-fenoksietanol ile muamelesi sonucunda anesteziye hemen sonra yapılan analizlerde lökosit miktarında önemli derecede artışın olduğu rapor edilmiştir (Velisek 2007).

Çalışmada tespit edilen LC sayısı; Atamanalp (2000)'in gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Azizoğlu ve Cengizler (1996)'in israil çipurası (*Oreochromis niloticus*), Kocabatmaz ve Ekingen (1984)'in abant alabalığı (*Salmo trutta abanticus*), Quentel and Obach (1992)'in kalkan balığı (*Scophthalmus maximus*) türlerinde buldukları değerden düşük; Blaxhall and Daisley (1973)'nin dere alabalığı (*Salmo trutta*), Das and Mukherjee (2003)'nin hint sazanı (*Labeo rohita*), Haşıloğlu ve Atamanalp (2002)'in tatlı su kefali (*Leuciscus cephalus*), Shakoori *et al.* (1994)'nin ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella*), Van Vuren and Hattingh (1978)'in sazan (*Cyprinus carpio*) türlerinde belirledikleri değerden yüksek bulunmuştur. Kocabatmaz ve Ekingen (1984)'in gökkuşığı alabalığında elde ettiği değere benzer olmuştur.

5.2.6. Trombosit sayısı (TS)

Kontrol grubunda dere alabalığı ve gökkuşaağı alabalığı için tespit edilen $0,967 \pm 0,20 \times 10^4/\text{mm}^3$ ve $1,067 \pm 0,15 \times 10^4/\text{mm}^3$ eritrosit değerleri Kocabatmaz ve Ekingen (1984) ve Atamanalp (2000)'in bildirdiği ortalama değerler ile (min $0,4 \times 10^4/\text{mm}^3$, max $2,41 \times 10^4/\text{mm}^3$ ve ort $0,94 \times 10^4/\text{mm}^3$) uygunluk göstermektedir. Trombosit değerinin streten önemli derecede etkilendiği ve gökkuşaağı alabalıklarında streten önce $2,1 \times 10^4/\text{mm}^3$ olarak tespit edilen bu değerin streten sonra $4,3 \times 10^4/\text{mm}^3$ 'e yükseldiği yine aynı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Satake *et al.* (1986) bu değerin zırtlı kedi balığı (*Hypostomus pulinus*)'nda $1,657 \pm 0,341 \times 10^4/\text{mm}^3$ olduğunu ifade etmişlerdir.

Trombosit değeri, 2-fenoksietanol anesteziğinin uygulandığı gruptaki balıklarda dere alabalığında $0,700 \pm 0,08 \times 10^4/\text{mm}^3$, gökkuşaağı alabalığında $0,957 \pm 0,20 \times 10^4/\text{mm}^3$; karanfil yağı uygulanan dere alabalığında $0,700 \pm 0,10 \times 10^4/\text{mm}^3$, gökkuşaağı alabalığında ise $0,833 \pm 0,05 \times 10^4/\text{mm}^3$ olarak tespit edilmiştir.

Her iki anestezi muamelesi sonucunda iki balık türünde de trombosit sayısının düştüğü tespit edilmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda muamele ve türler arasındaki farkın önemli, muamele x tür interaksiyonunun ise önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Trombosit sayısını, Lester and Budd (1983) coho salmonlarında $26,10^3 \text{ mm}^3$, Casillas and Smith (1977) gökkuşaağı alabalıklarında streten önce $21,10^3 \text{ mm}^3$, streten sonra $43,10^3/\text{mm}^3$ olarak tespit etmişlerdir. Velisek (2006) yayın balığında (*Siluris glanis*) 30 mg/lt karanfil yağı konsantrasyonuna 10 dakika maruz kalma sonucunda trombosit sayılarındaki değişimin önemli olmadığını rapor etmişlerdir.

5.2.7. Ortalama eritrosit hacmi (OEH)

Ortalama OEH değeri kontrol grubundaki dere alabalığında $377,965 \pm 42,23 \text{ } \mu\text{m}^3$, gökkuşaağı alabalığında $261,010 \pm 3,54 \text{ } \mu\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Yapılan istatistikî analiz sonucunda muamele, tür ve muamelextür interaksiyonu önemsiz olarak tespit edilmiştir.

OEH değeri 2-fenoksietanol anesteziğinin uygulandığı gruptaki balıklarda dere ve gökkuşağı alabalığında; $313,398 \pm 67,58 \mu\text{m}^3$ ve $316,66 \pm 45,56 \mu\text{m}^3$, karanfil yağı uygulanan dere ve gökkuşağı alabalığında ise $326,517 \pm 90,12 \mu\text{m}^3$ ve $295,100 \pm 46,34 \mu\text{m}^3$ olarak belirlenmiştir.

Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 2-fenoksietanol ve karanfil yağı ile anestezi edilen dere alabalığında OEH değerlerinde azalma olurken, gökkuşağı alabalığında yükselme olmuştur.

Velisek *et al.* (2006) karanfil yağı ile ilgili yaptıkları çalışmalarda yayın (*Siluris glanis*) balığında OEH değerlerini anesteziden hemen sonra $344,05 \pm 57,7 \mu\text{m}^3$ ve 24 saat sonra $339,79 \pm 56,96 \mu\text{m}^3$ olarak belirlemişlerdir. Kontrol grubuna göre anesteziden hemen sonra ve 24 saat sonraki ölçümlerde yükselme meydana gelmiştir. Sazan balığında ve gökkuşağı alabalığında 2-fenoksietanol ile anestezi sonrasında OEH değerlerinde kontrol grubuna göre artış olduğu belirlenmiştir (Velisek *et al.* 2007). Velisek *et al.* (2005) karanfil yağı ile muamele sonucunda gökkuşağı alabalığının OEH değerlerinde kontrol grubuna göre azalma olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacıların sözkonusu parametre ile ilgili olarak bildirmiş oldukları bulguları mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar ile uyumsuzluk göstermektedir.

Elde edilen OEH değeri; Canfield *et al.* (1994)'nin (*Pagrus auratus*), Haşıloğlu ve Atamanalp (2002)'in tatlı su kefali (*Leuciscus cephalus*), Martínez *et al.* (1994)'nin gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Mughal *et al.* (1993) ile Shakoori *et al.* (1996)'nin ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella*), Sandnes *et al.* (1988)'nin somon balığında (*Salmo salar*), Pagés *et al.* (1995)'nin çipura balığında (*Sparus aurata*), Schütt *et al.* (1997)'nin kılıçkuyruk balığında (*Xiphophorus helleri*), Yamawaki *et al.* (1986) ile Van Vuren and Hattingh (1978)'in sazan balığında (*Cyprinus carpio*), Quentel and Obach (1992)'in kalkan balığında (*Scophthalmus maximus*), Yone *et al.* (1986)'nin mercan balığında (*Chrysophrys major*) belirledikleri değerden yüksek, Atamanalp (2000)'in gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) türünde elde ettiği değerden ise düşük bulunmuştur.

5.2.8. Eritrositlerde bulunan ortalama hemoglobin miktarı (OHM)

Kontrol grubunda ortalama OHM değeri dere alabalığında $111,730 \pm 8,089$ pg, gökkuşağı alabalığında ise $89,930 \pm 5,572$ pg olarak tespit edilmiştir. OHM değeri üzerine muamele, tür ve muamelextür interaksyonunun etkisi önemli olmamıştır.

Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında karanfil yağı ve 2-fenoksietanol anesteziklerinin dere alabalığının OHM değerlerinde azalmaya, gökkuşağı alabalığının OHM değerlerinde ise yükselmeye neden olmuştur.

Velisek *et al.* (2005) gökkuşağı alabalığına karanfil yağı uygulaması sonucunda OHM değerlerini anesteziden hemen sonra $49,15 \pm 11,55$ pg ve 24 saat sonra $51,06 \pm 9$ pg olarak belirlemişlerdir. Kontrol grubuna göre anesteziden hemen sonra değerler yükselirken 24 saat sonra bu değerlerde düşme olduğu bildirilmiştir. Sazan balığı ile yapılan çalışmalarda aynı muamele sonucunda anesteziden hemen sonra ve 24 saat sonra değerlerde düşme belirlenmiştir. Gökkuşağı alabalığı ve sazan balığında 2-fenoksietanol ile yapılan uygulamada ise $45,60 \pm 4,24$ pg ve $5,25 \pm 6,28$ pg değerleri elde edilmiştir. Muamele gruplarında OHM değerlerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Velisek 2007).

Yayın balığında (*Siluris glanis*) karanfil yağı ile muamele sonrasında OHM değeri bakımından kontrol grubuna göre bir azalmanın olduğu, 24 saat sonra ise kontrol grubuna göre artışın meydana geldiği tespit edilmiştir (Velisek *et al.* 2006).

Ortalama OHM değeri; Atamanalp (2000)'in gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Haşıloğlu ve Atamanalp (2002)'in tatlı su kefalı (*Leuciscus cephalus*), Mughal *et al.* (1993)'nin ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella*), Pages *et al.* (1995)'nin çipura (*Sparus aurata*), Quentel and Obech (1992)'in kalkan balığı (*Scophthalmus maximus*), Sandes *et al.* (1988)'nin somon balığı (*Salmo salar*) ve Yamawaki *et al.* (1986)'nin sazan balığı (*Cyprinus carpio*) türleri için bildirdikleri değerlerden daha yüksek olmuştur.

5.2.9. Eritrositlerde ortalama hemoglobin konsantrasyonu (EOHK)

Kontrol grubunda EOHK değerleri ortalaması dere alabalığı için $29,625 \pm 1,66$ g/100 ml, gökkuşaağı alabalığı için $34,470 \pm 2,602$ g/100 ml olarak hesaplanmıştır. Ortalama EOHK değerleri bakımından muamele, tür ve muamele tür interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Bu değer Kocabatmaz ve Ekingen (1984) ve Atamanalp (2000)'in sağlıklı alabalıklar için bildirdiği değerden ($20,5\text{--}28,4$ g/100 ml) yüksek olmuştur.

EOHK değerleri incelendiğinde muamele gruplarının her ikisinde ve balık türlerinde azalma olduğu belirlenmiştir.

Velisek (2005) gökkuşaağı alabalığı için anesteziden hemen sonra ve 24 saat sonraki değerleri $141,71 \pm 10,79$ g/100 ml ve $150,46 \pm 15,87$ g/100 ml olarak rapor etmiştir. Kedi balığına karanfil yağı ile anestezi sonrasında MCHC değerlerinde önemli derecede azalma belirlenmiştir. Gökkuşaağı alabalığına 2-fenoksietanol ile yapılan uygulamada ise anesteziden hemen sonra ve 24 saat sonraki değerleri $236,99 \pm 6,96$ g/100 ml, $269,14 \pm 16,02$ g/100 ml, sazan balığına $139,56 \pm 15,09$ g/100 ml ve $141,66 \pm 13,74$ g/100 ml olarak bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmada elde edilen değerler ile farklılık göstermektedir.

Ortalama EOHK değeri; gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) (Atamanalp 2000), tatlı su kefali (*Leuciscus cephalus*) (Haşıloğlu ve Atamanalp 2002), ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella*) (Mughal *et al.* 1993), çipura (*Sparus aurata*) (Pages *et al.* 1995), somon (*Salmo salar*) (Sandnes *et al.* 1988) ve sazan balığı (*Cyprinus carpio*) (Yamawaki *et al.* 1986) türlerinde elde edilen değerlerden yüksek; kalkan balığı (*Scophthalmus maximus*) Quentell and Obach (1992) türünde elde edilen değerden düşük olarak bulunmuştur.

Balıklarda hematolojik parametrelerin değişiminde balık türünün yanında; mevsim ve sıcaklığın, üreme dönemi ve beslenme durumunun, balık büyüklüğü ve ağırlığının, yaşın, ayrıca suyun tuzluluğunun, hastalıkların, toksik maddelerin, ağır metal ve sanayi

atıkları ile stres faktörlerinin de etkili olduğu bildirilmiştir (Sandnes *et al.* 1988; Shakoori 1994; Pages *et al.* 1995; Knoph and Throud 1996; Luskova 1997; Das and Mukherjee 2003).

5.3. Enzim parametreleri

5.3.1. Glukoz 6 Fosfat Dehidrogenaz (G-6PD)

Kontrol grubunda G6PD enzimi değeri dere alabalığında $2,170 \pm 1,477$, gökkuşağı alabalığında $1,848 \pm 0,113$ olarak bulunmuştur. Fenoksietanol uygulanan dere alabalığında bu değer $6,430 \pm 0,227$, gökkuşağı alabalığında ise $6,591 \pm 1,491$ olarak belirlenmiştir. Söz konusu parametre karanfil yağı grubu dere alabalığında $6,591 \pm 3,410$ ve gökkuşağı alabalığında $6,109 \pm 2,955$ bulunmuştur. Kontrol grubuna göre her iki muamele grubunda da G6PD enzimi değerlerinin yüksek olduğu gözlenmiştir.

Stresin direkt olarak ölçümü, salgılanan hormonların ölçümü ile gerçekleştirilir. Ancak bu tür yaklaşım oldukça pahalıdır. Onun yerine stres cevabından sonra kan ve dokularda oluşan fizyolojik değişimlerin (ikincil) tespiti ile karşılaşılan stresin seviyesi hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir. Serumda organ veya doku zararının göstergesi olan enzimlerin tespiti, kanda glukoz seviyesi (hormonal aktivitenin indirekt göstergesi) ve iyon regulasyonunun göstergesi olarak kandaki Cl miktarı çeşitli yer ve amaçlarda stresin etkisinin ölçümünde kullanılabilir (Ögüt 2005).

G6PD eksikliği eritrosit hücreleri ve lensi de içine alan tüm dokularda bulunur (Meloni *et al.* 1990). Bu enzimin eksikliği genetik anormallik, yaş ve alınan diyetle ilgili olabilir. Eritrosit hücrelerinde bir çok enzim eksikliği ile ilgili bilgiler bulunmasına rağmen (Valentina and Paglia 1990; Beutler 1995) G6PD eksikliği sadece hematolojik olarak değil, aynı zamanda canlının tüm biyolojisinde en yaygın olarak hala geçerliliğini korumaktadır (Beutler 1994)

Eritrositlerde glukoz 6-fosfat dehidrogenazın kalıtsal eksikliği ya da değişik varyantlarının bulunması, ileri seviyelerde anemiye yol açmaktadır. Tiamin eksikliğinde ortaya çıkan ve bellek kaybı ile kısmi paralizin birlikte görüldüğü Wernicke-Karsokoff sendromu; pentoz fosfat yolundaki transketolaz aktivitesindeki değişimlere de bağlanmaktadır (Kutay 2002). Glukoz 6-fosfat dehidrogenaz ve 6-fosfoglukonat dehidrogenaz enzimlerinin eksikliğinde anemi görülür (Ajmar 1979).

Enzimin eksikliğinde hemolitik anemi, retikulosit sayısında eksiklik, sarılık ve episodemik hemolitik olaylar tespit edilmiştir. Enzimin eksikliği ile beraber piruvat kinaz aktivitesi artmakta ve GSH seviyesinde ise azalma gözlenmektedir. Bu durum eritrositlerin ömürlerini kısaltmaktadır. G-6PD aktivitesi beslenme, hormonlar ve özellikle NADPH (Nikotin amidadenin dinükleotid fosfat) konsantrasyonuna bağlı olarak değişmektedir (Kar and Mishra 1976).

5.3.2. 6- Fosfo Gluko Dehidrogenaz (6-PGD)

6-Fosfoglukonat dehidrogenaz NADP^+ varlığında 6-fosfoglukonat bileşiğini D-ribuloz 5-fosfata dönüştüren pentoz fosfat yolunun üçüncü enzimidir. Reaksiyon sonucu birçok biyomolekülün yapısına giren riboz 5-fosfatın izomeri D-ribuloz 5-fosfat ve birçok biyokimyasal reaksiyonda indirgeyici güç olarak kullanılan NADPH oluşur. Enzimin önemi NADP^{++} 'yı NADPH'a indirgemesinden kaynaklanmaktadır. Birçok mikroorganizmada glukoz ve glukonat katabolik enzimi olarak görev alır (Yoshida *et al.* 1997). Enzim, glukoz 6-fosfatın, glikolitik ve pentoz fosfat yolu arasındaki dengesinin korunmasında önemlidir (Del Mar *et al.* 1986).

Kontrol grubu 6PGD enzimi değeri dere alabalığında $2,049 \pm 1,193$, gökkuşağı alabalığında $2,049 \pm 1,534$ olarak bulunmuştur. Fenoksietanol ve karanfil yağı uygulaması sonucunda dere alabalığında ve gökkuşağı alabalığında değerlerin birbirine yakın, kontrol grubu için tespit edilen değerlerden ise yüksek olduğu belirlenmiştir. İstatistik olarak incelendiğinde muamele, tür ve muamelextür interaksiyonunun arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Özmen vd (2004) gökkuşığı alabalığının antioksidant enzimleri üzerine resirküle sistemin etkilerini araştırmışlar ve G6PD enzimi kontrol grubu ile mukayese edildiğinde sonuç çok önemli bulunmuştur. Muamele gruplarında G6PD enziminin aktivitesinde enzim sentezini durdurduğundan dolayı belirgin bir azalma gözlenmiştir.

Enzimin eksikliğinde hemolitik anemi, retikulosit sayısında eksiklik, sarılık ve episodemik hemolitik olaylar tespit edilmiştir. Enzimin eksikliği ile beraber piruvat kinaz aktivitesi artmakta ve GSH seviyesinde ise azalma gözlenmektedir. Bu durum eritrositlerin ömürlerini kısaltmaktadır.

5.3.3. Glutasyon Redüktaz (GR)

Kontrol grubu GR enzimi değeri dere alabalığında $0,602 \pm 0,284$, gökkuşığı alabalığında $1,004 \pm 0,852$ olarak gözlenmiştir. Muamele gruplarından fenoksietanol uygulanan dere alabalığında bu parametre $0,602 \pm 0,284$, gökkuşığı alabalığında $1,004 \pm 0,284$ olarak tespit edilmiştir. Karanfil yağı grubu dere alabalığında GR enzimi değeri $0,401 \pm 0,260$ ve gökkuşığı alabalığında $1,808 \pm 0,852$ bulunmuştur. İstatistik olarak incelendiğinde muamele, tür, muamelextür interaksiyonunun GR üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Özmen vd (2004) gökkuşığı alabalığının antioksidant enzimleri üzerine resirküle sistemin etkilerini araştırmışlar ve GR enzimi kontrol grubu ile mukayese edildiğinde sonuç çok önemli bulunmuştur.

Glutasyon redüktaz klinik kimyada karaciğer ve kanser hastalıklarının belirlenmesinde, beslenmede, riboflavin yetersizliğinin ölçümünde ve bazı genetik eksikliklerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Beutler 1969).

5.3.4. Katalaz

Kontrol grubu katalaz enzim değeri dere alabalığında $0,605 \pm 0,02$ EU/g , gökkuşığı alabalığında $0,566 \pm 0,159$ EU/g olarak bulunmuştur. Muamele gruplarında fenoksietanol uygulaması dere alabalığında $0,618 \pm 0,055$ EU/g, gökkuşığı alabalığında $0,154 \pm 0,203$ EU/g değerini vermiştir. Karanfil yağı grubu dere alabalığında bu değer $0,377 \pm 0,306$ EU/g ve gökkuşığı alabalığında $0,222 \pm 0,145$ EU/g olmuştur. Kontrol grubuna göre fenoksietanol ile dere alabalığının muamelesi sonucunda elde edilen değerler normale yakın, gökkuşığı alabalığında ise düşük bulunmuştur.

Karanfil yağı uygulaması sonucunda elde edilen katalaz enzimi değerinin kontrol grubuna göre dere alabalığı ve gökkuşığı alabalığında düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Katalaz değeri muamele, tür ve muamelextür interaksyonunundan etkilenmemiştir.

Çipura balığı ile yapılan bir çalışmada katalaz aktivitesini organik kirleticilerin artırdığı bildirilmiştir (Üner vd 2001; Sayeed *et al.* 2003). Bu durum çalışmanın sonucu ile paralellik göstermektedir. Fakat aynı kimyasal *Channa punctatus* balığında katalaz enzim aktivitesini azaltmıştır. Katalaz aktivitesi üzerine mevsimin etkili olduğu bildirilmiştir (Ronisz *et al.* 1999).

Özmen vd (2004) gökkuşığı alabalığının antioksidant enzimleri üzerine resirküle sistemin etkilerini araştırmışlar ve katalaz enzimi kontrol grubu ile mukayese edildiğinde sonuç çok önemli bulunmuştur

Sonuç olarak günümüzde yetiştiriciliğin birçok aşamasında anestezi ve sedatiflerin kullanılmasının gerekliliği ve sağladığı avantajlar anestetik kullanımını kaçınılmaz kılmaktadır. Ancak anestezi kullanımı tecrübe ve titizlik gerektiren bir uygulamadır. Anestetiğin amaca göre seçilmesi ve kullanılması yanında, insan sağlığı açısından da etkileri çok iyi bilinmelidir. Halen günümüzde FDA tarafından onaylanmış bir tek anestezi mevcuttur. Bu da MS-222 dir. Son zamanlarda ise aqua-s adlı bir anestezi FDA'nın onayını almıştır ve birçok ülkede serbestçe kullanılmaktadır. Ancak anestezi

kullanımını takiben 21 gün sonra bu balıkların insan tüketimine sunulması unutulmaması gereken bir unsurdur (Serezli vd 2003).

Anestezikler balıkların yakalanması, taşınması, sağım, ölçüm, aşılama ve cerrahi gibi uygulamalarda önemli kolaylıklar sağlar. Bu amaçla çok çeşitli balık anesteziği bilinmektedir. Ancak, organik tarımın giderek yaygınlaştığı günümüzde, doğal bir anestezik olan karanfil yağı sentetik anesteziklere karşı iyi bir seçenek olarak düşünülmektedir.

Düzenleyici özelliğinin sınırlı, vücuttan atılma süresinin kısa, insan ve hayvanlar için nispeten güvenli olması, kolayca ve ucuz olarak temin edilebilmesi, karanfil yağının başlıca avantajlarıdır. Anestezik seçiminde dikkat edilmesi gereken ölçütlerin neredeyse tamamını karşılamaktadır (Marking and Mayer 1985; Keene *et al.* 1998).

Bununla birlikte karanfil yağı, oksijen tüketimini etkileyecek miktarıyla uzun sürede muamelesi, tatlı su levreği, kahverengi alabalık ve atlantik salmonunda renk değişikliğine neden olması; geniş taşıma tanklarında farklı taşıma koşullarında küçük konsantrasyon artışlarında balıklarda denge kaybına neden olması ve konsantrasyonunu kontrol etmenin güç olması (Hoskonen and Pirhonen 2004), taşıma sırasındaki uzun süreli maruz kalmalarda amonyak düzeyini arttırması (Kaiser *et al.* 2006), suda çözünmediği için alkol gibi çözücülerle karıştırılması ve kullanımı gerektiğinde anestezi üreten en düşük doz kullanılmasının gerekmesi ise önemli dezavantajları olarak kabul edilebilir (Woody *et al.* 2002).

Doğal ve sentetik anestezik maddeler önerilen dozlarda kullanıldığında her iki balık türünün kan biyokimyası, hematoloji ve enzim aktiviteleri üzerinde olumsuz etkileri olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda balık yetiştiriciliği faaliyetlerinde karanfil yağının her açıdan 2-fenoksietanol maddesinin muadili olduğu, pratik olarak kullanım kolaylığına sahip olması ve ekonomik olarak da daha avantajlı olduğu belirlenmiştir. Organik tarımsal ürünlerin önem kazandığı günümüzde doğal bir bileşik olan karanfil yağı balık yetiştiriciliğinde ön plana çıkacaktır.

KAYNAKLAR

- Adam, B., 2000. Temel Biyokimya, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., 152 s, Ankara.
- 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.
- Aebi, H., 1974. Catalase in vitro. Bergmeyer, U., ed. Methods of enzymatic analysis. New York and London: Academic Press, pp.673-667.
- Ahmad, F., Ali S.S. and Shakoori A., 1995. Sublethal effects of danitol (Fenpropathrin), a synthetic pyrethroid, on freshwater chinese grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. Folia. Biol. (Krakow), 43, 151-159.
- Ajmar, F., Lamedica D., Garre C., Ravazzolo R., 1979. Partial deficiency of red cell 6-phosphogluconate dehydrogenase: a family study, Hum. Genet., 52(3), 347-51.
- Aksoy K., 1997. Glukoz 6-fosfat dehidrogenaz enziminin yapısı, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları.
- Anderson, L.E., Lim N.G.T.C., Park K.E.Y., 1974. Inactivation of pea leaf chloroplastic and cytoplasmic glucose-6-phosphate dehydrogenases by light and dithiothreitol. Plant Physiol., 53, 835-839.
- Anderson, D.P., 1992. Immunostimulants, adjuvants and vaccine carriers in fish: applications to aquaculture. Ann. Rev. Fish Dis., 2, 281-307.
- Anderson, W.G., McKinlay R.S. and Colavecchia M., 1997. The use of clove oil as an anesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance. North Am. J. Fish. Manage., 17, 301-307.
- Anonim, 2008. <http://biasis.com.tr/pdf/11.pdf>
- Anonim, 2009a. www.belgeci.com/ure-ve-kreatinin-belgesi-480.
- Anonim, 2009b. <http://www.toraks.org.tr/journal/text.php3?id=295>
- Anonim, 2010a. <http://www.kimyacyiz.com/index.php?action=printpage;topic=2207.0>.
- Anonim, 2010b. Otoanalizörde Biyokimyasal Kan Analizleri. Ortaöğretim Projesi Tıbbi Laboratuvar, Ankara.
- Anonim, 2010c. <http://www.btproducts.com.tr/Admin/photos/urunpdf/633833468334218750.pdf>
- Anonymus, 1985. Standart Methods for the Examination Water and Waste Water, 16. Edition, APHA, Washington.
- Arabacı, M., Çağırkan H., Sarı M., Şekeroğlu R., 2001. Serum ionic content of endemic *Chalcalburnus tarichi* during spawning, prespawning and postspawning terms, living in highly alkaline waters of Lake Van (pH 9.8), Turkey, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Central Fisheries Research Ins., Trabzon, 1: 53-57.
- Asztalos, B., Nemcsok J., Benedeczy I., Gabriel R., Szabo A. and Refaie O.J., 1990. The effect of pesticides on some biochemical parameters of carp (*Cyprinus carpio*). Arch. Environ. Toxicol., 19, 275-282.
- Atamanalp, M., 2000. The effects of sublethal doses of Cypermethrin on haematological and biochemical parameters of rainbow trout (*O. mykiss*). A. Ü. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, 95-101.
- 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., 2003. Farklı yetiştirme sistemlerinin (Havuz ve Kafes) gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) hemoglobini, hematokrit ve sediment seviyeleri üzerine etkileri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 20(1-2), 81 – 86.
- Atamanalp, M., Yılmaz M., Haliloğlu H. I., 2003. Comparing serum cholesterol types and levels of three trout species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario* and *Oncorhynchus mykiss*). J. Appl. Anim. Res., 23, 223-226.
- Ayala A, Fabregat I, Machado A., 1991. The role of NADPH in the regulation of glucose-6-phosphate and 6-phosphogluconate dehydrogenase in rat adipose tissue. Mol. Cell. Biochem., 105:1-5.
- Azizoğlu, A. ve Cengizler İ., 1996. An investigation on determination of haematological parameters in healthy *Oreochromis niloticus*. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences, 20, 425- 431.
- Barton, B.A. and Helfrich H., 1981. Time-dose responses of juvenile rainbow trout to 2-phenoxyethanol. Prog. Fish Culturist, 32(4),223.
- Bergheim, A., Kroglund F., Vatne D.F. and Rosseland B.O., 1990. Blood plasma parameters in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) transferred to sea cages at age eight to ten months. Aquaculture, 84 : 159 – 165.
- Bergmeyer, J., Grabl M., 1983. Methods of Enzymatic Analysis. Third Edition, pp 190-302. Germany.
- Başusta, A.G., 2005. Balık Hematolojisi ve Hematolojik Metotlar.; Balık Biyolojisinde Araştırma Yöntemleri Editör: Karataş, M., Nobel yayın no:772,275-300.
- Beutler, E., 1969. Drug-induced hemolytic anemia. Pharmacol Rev., 21(1):73–103.
- Beutler, E., 1971. Red Cell Metabolism: A manual of Biochemical Methods. Grune and Stratton, New York .
- Beutler, E., 1984. Red cell metabolism, A manual of Biochemical Methods, 3rd ed. Grune and Starton, Inc. Orlando, FL 32887, London, 248-251.
- Beutler, E., 1994. G6PD deficiency, Blood, 84, 3613-3636.
- Beutler, E., 1995. Glucose 6-phosphate dehydrogenase deficiency and other enzyme abnormalities, in Beutler, E., Lichtman, M.A., Coller, B.S., Kipps, T.J., (eds). Williams hematology. McGraw-Hill, New York, 564.
- Biron, M, Benfey T.J., 1994. Cortisol, glucose and hematocrit changes during acute stress, cohort sampling, and the diel cycle in diploid and triploid brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchill). Fish Physiol. Biochem. 13: 153–160.
- Blaxhall, P.C. and Daisley K.W., 1973. Routine haematological methods for use fish with blood. J. Fish Biol. 5, p 771-781.
- Bricknell, I.R., Bowden T.J., Bruno D.W., MacLachlan P., Johnstone R. and Ellis A.E., 1999. Susceptibility of atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* (L) to infection with typical and atypical *Aeromonas salmonicida*. Aquaculture, 175, 1–13.
- Bridges, D. W., Cech J. J. and Petro D. N., 1976. Seasonal hematological changes in winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus*. Trans. Am. Fish. Soc., 5, 596-599.
- Brown, L., 1993. Aquaculture for Veterinarians, Fish Husbandry and Medicine, Pergamon Press, Oxford-New York-Seoul-Tokyo, p 72.
- Bruno, D.W. and Poppe, T.T., 1996, A Color Atlas of Salmonid Diseases, Academic Press, London, p 11.

- Burtis, C.A., Ashwood E.R., 1996. Tietz Fundamentals of Clinical Chemistry, Saunders, Philadelphia.
- Cacciapuoti, A.F. and Lessie T.G., 1977. Characterization of the fatty acid-sensitive glucose 6-phosphate dehydrogenase from *Pseudomonas cepacia*, Journal of Bacteriology, 555-563.
- Canfield, P.J., Quartararo N., Griffin D.L., Tsoukalas G.N., Cocaro S.E., 1994. Haematological and biochemical reference values for captive Australian snapper, *Pagrus auratus*. Journal of Fish Biology, 44, 849-856.
- Carlberg I., Mannervik B., 1985. Glutathione reductase assay. Methods in Enzymol. Academic Press, Orlando FL. 113, 484-495.
- Casillas, E. and Smith L.S., 1977. Effect of stress on blood coagulation and haematology in rainbow trout (*S. gairdneri*). J. Fish Biol., 10, 481-494.
- Cataldi, E., Marco P.D., Mandich A., Cataudella S., 1998. Serum parameters of Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* (Pisces: Acipenseriformes): Effects of temperature and stress. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A, 121, 351-354.
- Chen, C.Y., Wooster G.A., Getchell R.G., Bowser P.R., Timmons M.B., 2002. Blood chemistry of healthy, nephrocalcinosis-affected and ozone-treated tilapia in a recirculation system, with application of discriminant analysis. Aquaculture, 218, 89-102.
- Christensen, G.M., McKim J.M., Brungs W.A. and Hunt E.P., 1972. Changes in the blood of the brown bullhead (*Ictalurus nebulosus* Lesueur) following short and long term exposure to copper (II). Toxicol. and Appl. Pharmacol., 23: 417-427.
- Clarence, R. and Hickey J.R., 1982. Comparative haematology of wild and captive cunners. The American Fisheries Soc., 111, 242-249.
- Conroy, D.A., 1972. Studies on the haematology of the Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Symp. Zool. Soc. Lond., 30, 101-127.
- Coyle S. D., Durborow R. M. and Tidwell J. H., 2004. Anesthetics in Aquaculture. SRAC Publication No: 3900,
- Cristina D. M., Cristina T. and Jose L., 1990. Partial purification of glucose 6-phosphate dehydrogenase and phosphofructokinase from rat erythrocyte haemolysate by partitioning in aqueous two-phase systems. Journal of Chromatography, 498, 159-168.
- Çakıcı, H., 1999. Farklı işletmelerde yetiştirilen gökkuşuğu alabalığının (*Onchorhynchus mykiss* Walbaum) kan özelliklerinin karşılaştırılması olarak araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Çelik, E. Ş., 2006. Bazı balık türleri için kan elektrolitlerinin standardizasyonu. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 22(1-2), 245-255
- Çelik, E. Ş. ve Bilgin S., 2007. Bazı balık türleri için kan protein ve lipidlerinin standardizasyonu. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 23(1-2), 215 - 229.
- Çelikkale, M.S., 1988. İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği. Cilt 1, K.T.Ü.Yayın No:124 sayfa Trabzon.
- Çelikkale, M.S., 1994. İç Su Balıkları ve Yetiştiriciliği, KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fak. Genel Yayın No: 124, Fak. Yayın No: 2, Cilt 1, 2. Baskı, Trabzon, s.37.
- Çelikkale, M. S., Düzgüneş E., Okumuş İ., 1999. Türkiye Su Ürünleri Sektörü. İstanbul Ticaret Odası, Yayın No:1999-2, İstanbul.

- Çetinkaya, O., 1991. Balıklarda anestezi uygulamaları ve su kalitesinin anesteziye etkileri. Tarımda Kaynak Dergisi, 2, 56–63.
- Çetinkaya O., Şahin A., 2005. Balıklarda Anestezi Uygulamaları ve Başlıca Anestezikler, sayfa:237-273; Balık Biyolojisinde Araştırma Yöntemleri Editör: Karataş, M., Nobel yayın no:772.
- Çiltaş, A.K., 2000. *Stenotrophomonos malthophilia*, *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., 1982. Balık Hastalıkları El Kitabı. Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Yayınları No:1, Sivas, 103.
- Das, B.K. and Mukherjee S.C., 2003. Toxicity of cypermethrin in *Labeo rohita* Fingerlings: Biochemical, enzymatic and haematological consequences. Comp. Biochem. Physiol., Part C, 134, 109-121.
- Dawson, M.A., 1990. Blood Chemistry of the Windowpane Flounder *Scophthalmus aquasus* in Long Island Sound: Geographical, Seasonal, and Experimental Variations. Fishery Bulletin, 88 (3), 429-437.
- DeDuve, C., 1983. Microbodies in the living cells. Sci. Am., 248, 42-52.
- Del Mar, M., Puerta M., Perlierra A.G., 1986. Purification and properties of the enzyme 6-Phosphogluconate dehydrogenase from *Dicentrarchus labrax* liver. Comp Biochem Physiol., 83 B (1), 215-20.
- Demir, E., 1994. Diabetlerde eritrosit glutatyon redüktaz, glutatyon peroksidaz aktivitelerinin glikolize hemoglobin ve lipid peroksidasyonu ile değişimlerinin incelenmesi. Doktora Tezi, A. Ü. Fen Bil. Enst., Erzurum.
- Demir, H., Akkoyun H.T., Çimen Ç. ve Çelik İ., 2004. İnsan eritrositlerinden ve rat eritrositlerinden katalaz enzimi aktivitesi üzerinde bazı ilaç ve antibiyotiklerin (in vivo) inhibisyon kinetiğinin incelenmesi. XVII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Çukurova Üniversitesi, 21–24 Haziran, Adana
- Deutsch, J., 1983. Methods of Enzymatic Analysis. 3, 199-196.
- Dhanapakiam, P. and Ramasamy V.K., 2001. Toxic effects of copper and zinc mixtures on some haematological and biochemical parameters in Common Carp, *Cyprinus carpio* (L.). J. Environ. Biol., 22 (2): 105-111.
- Dikmen, N., Yüregir T.G., 1989. Kordon kanından izole edilen galaktoz 6-fosfat kullanımı ile ilginç iki glukoz 6-fosfat dehidogenaz varyantı. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 14, 212-219.
- Endo, T., Ogishima K., Tanaka H. and Ohshima S., 1972. Studies on the anesthetic effect of eugenol in some fresh water fishes. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 38, 761–767.
- Erbucan, S., 1993. Değişik üç anestetik maddenin farklı konsantrasyon ve sıcaklıklarda pullu sazan balıkları üzerindeki etkileri. Y. Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Su ürünleri Fakültesi, Elazığ.
- Everall, N.C., Mitchell C.G., Robson J.N., 1992. Effluent causes of the pigmented salmon syndrome in wild adult atlantic salmon *Salmo salar* from the River Don in Aberdeenshire. Diseases of Aquatic Organisms, 12, 199-205.
- Ezzat, A. A., Sharana M. B. and Farghaly A.M., 1974. Studies on the blood characteristics of tilapia zilli blood cells. J. Fish. Biol., 6, 1-12.

- Favaretto, A. L. V., Sawaya P., Petenusci S. O. and Lopes R. A., 1978. Hematologia do *Cascudo Plecostomus regani*. I. Serie vermelha. Biologica, 4, 12-17.
- Fickenscher, K. and Scheibe R., 1986. Purification and properties of the cytoplasmic glucose 6-phosphate dehydrogenase from pea leaves. Biophysics, 247, 393-402.
- Folmar, L.C., Moody T., Bonomelli S. and Gibson J., 1992. Annual cycle of blood chemistry parameters in striped mullet (*Mugil cephalus* L.) and pinfish (*Lagodon rhomboides* L.) from the gulf of mexico. J. Fish Biol., 41, 999-1011.
- Fredricks, K.T., Gingerich W.H. and Fater D.C., 1993. Comparative cardiovascular effects of four fishery anesthetics in spinally transected rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Comp. Biochem. Physiol., 104, 3, 477-483.
- FDA, 2002. Guidance for Industry. Status of clove oil and eugenol for anaesthesia of fish. FDA Center for Veterinary Medicine, 11.
- Gabriel, U.U., Ezeri G.N.O. and Opabunmi O.O., 2004. Influence of sex, source, health status and acclimation on the haematology of *Clarias gariepinus* (Burch, 1822). Afr. J. Biotech., 3(9), 463-467.
- Geldiay, R., ve Balık S., 1996. Türkiye Tatlısu Balıkları Ders Kitabı. E.Ü. Su Ür. Fak. No:46, İzmir,
- Giles, M.A., 1984. Electrolyte and water balance in plasma and urine of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) during chronic exposure to cadmium. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 41, 1678-1685.
- Goel, K.A., Kawasthi A., Tyaki K., 1981. Comparative haematological studies in some freshwater Indian Fishes, 2.tierphysiol. Tierernahrgu. futtermittekte. 46. muzaffarnagar, India, p. 151-153.
- 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.
- Gülçin, İ., 2002. Isırgan ounun (*Urtica dioica*) atoksiant atıvitesinin blırlenmesi, osıdatıf ezımlerın krakterızasyonu ve bızı in vivo etkılerının ıncelenmesi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, S. 37, Erzurum.
- Güleç, A.K. ve Şahan A., 2010. Parazit enfestasyonunun aynalı sazan (*Cyprinus carpio* LINNAEUS, 1758) bireylerinde serum, glikoz, kortizol ve kan hemoglobin miktarları üzerine etkileri. Ulusal Su Günleri 2009 Sempozyumu 29 Eylül – 1 Ekim, Elazığ.
- Hajek, G.J., Klyszejko B., Dziaman R., 2006. The anaesthetic effect of clove oil on common carp, *Cyprinus carpio* . Acta ichthyologica et piscatoria, 36, 93-97.
- Haşiloğlu M.A. ve Atamanalp M., 2002. Demirdöven baraj gölü (Erzurum) tatlısu kefalı (*Leuciscus cephalus*) populasyonu hematolojik parametrelerinin belirlenmesi. OMU Zir. Fak. Der., 17 (2), 34-38.
- Havir, E. A., Mchale N. A., 1987. Biochemical and developmental characterization of multiple forms of catalase in tobacco leaves. Plant Physiol., 84, 450-455.
- Hayran, M., Özdemir O., 1995. Bilgisayar, İstatistik ve Tıp. Hekimler Yayın Birliği HYB. Medikal Araştırma Birimi MEDAR. Ankara, 484.
- Heath, A. G., 1990. Summary and perspective. American Fisheries Society Symposium, 8, 183-191.
- Heavner, J.E., 1981. Animal models and methods in anaesthesia research, in: Gay, William I. (ed.), Methods in Animal Experimentation, 6, Academic Press, New York, 400.

- Hisaka, Y., Takase K., Ogasawara T. and Ogasawara S., 1986. Anesthesia and recovery with tricainemethanesulfonate, eugenol and thiopental sodium in the carp, *Cyprinus carpio*. Jpn. J. Vet. Sci., 48, 341–351.
- Hilmy, A.M., Shabana M.B., Daabes A.Y., 1985. Effects of cadmium toxicity upon the in vivo and in vitro activity of proteins and five enzymes in blood serum and tissue homogenates of *Mugil cephalis*. Comparative Biochemistry and Physiology, 81, 145-153.
- Hoskonen, P. and Pirhonen J., 2004. The effect of clove oil sedation on oxygen consumption of six temperate-zone fish species. Aquaculture Research, 35, 1002–1005.
- Hoskonen, P. and Pirhonen J., 2006. Effects of repeated handling, with or without anaesthesia, on feed intake and growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aquaculture Research, 37, 409–415.
- Hseu, J.R., Yeh S.L., Chu Y.T. Ting Y.Y., 1997. Different anaesthetic effects of 2-phenoxyethanol on four species of teleost. J. Fish. Soc. Taiwan, 24: 185-191.
- Hughes, J.B. and Hebert A.T., 1991, Erythrocyte micronuclei in winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*); Result of field surveys during 1980-1988 from Virginia to Nova Scotia and in Long Island Sound. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 20, 474-479.
- Imamura-Kojima, H., Takashima F. and Yoshida T., 1987. Absorption, distribution and excretion of 2-phenoxyethanol in rainbow trout. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 53(8), 1339–1342.
- Isoda, M., Fujimaki Y., 1990. Fine-structural study of leucocytes in the gold fish (*Carassius auratus*). J. Fish. Biol., 23(2), 170-175.
- İşıklı, E. ve Albay C., 1993. Destekleme uygulamalarının tarımsal yapıya etkisi. Tarım Haftası'93 Sempozyumu, Ankara.
- Iverzen, M., Finstad B., Mckinley R.S., Eliassen R.A., 2003. The efficacy of metomidate, clove oil, aquí-S and benzoak as anaesthetics in atlantic salmon stress – reducing capacity. Aquaculture, 221, 549-566
- 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.
- Kaiser, H., Brill G., Cahill J., Collett P., Czypionka K., Green A., Orr K., Patrick P., Scheepers R., Stonier T., Whitehead M. A., Yearsley R., 2006. Testing clove oil as an anaesthetic for long-distance transport of live fish: the case of the Lake Victoria cichlid *Haplochromis obliquidens*. Journal of Applied Ichthyology, 22(6), 510-514.
- Kaminska, D.S., Loos U., Maier V., Didschuneit H.H. and Pfeiffer E.F., 1988. Seasonal variations of glucose and triiodothyronine concentrations in serum of carp (*Cyprinus carpio* L.). Horm. Metabol. Res., 20, 727-729.
- Kar, M., Mishra D., 1976. Catalase, peroxidase and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. Plant Physiol., 57, 315-319.
- Karataş, S., Erdem C. and Cicik B., 2005. Effect of cadmium on levels of sera aspartate aminotransferase alanine aminotransferase and glucose *Cyprinus carpio* (L. 1758) (in Turkish). Ekoloji, 14(55), 18-23.
- Kayhan, F.E., Muşlu M.N., Koç N.D., 2009. Bazı ağır metallerin sucul organizmalar üzerinde yarattığı stres ve biyolojik yanıtlar. Journal of Fisheries Sciences. 3(2), 153-162.

- Keene, J.L., Noakes D.L.G., Moccia R.D. and Soto C.G., 1998. The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aquacult. Res. 29, 89–101.
- Keha, E., ve Küfrevioğlu Ö.İ., 2000. Biyokimya, Aktif Yayınevi, Erzurum 338-349.
- Kızak, V., Güner Y., Canyurt M. A., Türel M., 2008. Alabalıkların anesteziinde karanfil yağı kullanımı. I. Ulusal Alabalık Sempozyumu 2008, 14–16 Ekim 2008, Isparta.
- Knapen, M.F.C.M., Zusterzeel P.L.M., Peters W.H.M. and Steegers E.A.P., 1999. Glutathione and glutathione-related enzymes in reproduction. European Journal of Obstetrics&Gynecology and Reproductive Biology, 82, 171-184.
- 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., 1982. Değişik tür balıklardan kan örneği alınması ve hematolojik metodların standardizasyonu. TÜBİTAK Veteriner ve Hayvancılık Araştırma Grubu. Proje No: VHAG – 557-572.
- Kocabatmaz, M., ve Ekingen G., 1984. Değişik tür balıklarda kan örneği alınması ve hematolojik metodların standardizasyonu. Doğa Bilim Dergisi, D1, 8, 2, 149–159.
- Krebs, H.A., Eggleston L.V., 1978. The regulation of the pentose phosphate cycle in rat liver. In: Weber G (ed). Adv enzyme regul. Oxford: Pergamon Pres Ltd, 12:421-33.
- Kunce, C.M., Trelease R. N. 1986. Heterogeneity of catalase in maturing and germinated cotton seeds. Plant Physiol., 81(4), 1134–1139.
- Kumar, S., Lata M. and Gopal K., 1999. Deltamethrin induced physiological changes in freshwater Cat fish *Heteropneustes fossilis*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 62, 254-258.
- Kutay, F., Onat T., 2002. İnsan Biyokimyası. In Onat T, Emerk K, Sözmen EY eds. Ankara Palme Yayıncılık. 198, 243-245.
- Laird, L.M. and Needham T., 1987. Salmon and trout farming. Ellis Horwood Limited, Halsted Press: a division of John Wiley & Sons, New York-Chichester-Brisbane-Toronto, 78.
- Lehninger, A. L., 1988. Biochemistry, New York, Worth Publishers, Inc., 764.
- Lester, R.J.G. and Budd J., 1983. Soma changes in the blood cells of diseased coho salmon. Can. J. Zool., 57, 1458-1464.
- Levesque, H.M., Moon T.W., Campbell G.C., Hontela A., 2002. Seasonal variation in carbohydrate and lipid metabolism of yellow perch (*Perca flavescens*) chronically exposed to metals in the field. Aquatic Toxicology 60(3-4), 257-267.
- Levy, H.R., 1979. Glucose-6-phosphate dehydrogenases. In: Meister A (ed). Advan Enzymol. New York: John Wiley and Sons Inc., 48:97-191.
- Lewbart, G. M. S., 2001. Anesthesia, Analgesia and Surgery in pet Fish, Atlantic Coast Veterinary Conference, October 9-11, 2001. Atlantic City, New Jersey, p: 1-6.

- Lie, Q., Lied E. and Lambertsen G., 1989. Haematological values and fatty acid composition of erythrocyte phospholipids in cod (*Gadus morhua*) fed at different water temperatures. *Aquaculture*, 79, 137-144.
- Luskova, V., Lusk S., Halacka K., 1995. Yearly dynamics of enzyme activities and metabolite concentrations in blood plasma of *Chondrostoma Nasus*. *Folia Zoologica*-44.
- Lusková, V., 1997. Annual cycles and normal values of hematological parameters in fishes. *Acta. Sci. Nat. Brno.*, 31(5), 70.
- Marking, L.L. and Mayer P.P., 1985. Are better anesthetics needed in fisheries? *Fisheries*. 10, 2 – 5.
- Martinez, F. J., Garcia-Riera M.P., Canteras M., De Costa J. and Zamora S., 1994. Blood parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Simultaneous influence of various factors. *Comp. Biochem. Physiol.*, 107(1), 95–100.
- Mattson, N.S. and Ripley T.H., 1989. Methomidate, a better anaesthetic for cod (*Gadus morhua*) in comparison with benzocaine, MS-222, chlorobutanol and phenoxyethanol. *Aquaculture*, 83, 89-94.
- Mawdsley-Thomas, L.E., 1972. Diseases of Fish, Symposia of the Zoological Society of London, Number 30, Academic Press, p 104.
- Mayer, S., 1998. A review of the scientific justifications for Maintaining cetaceans in captivity, (edit. By Frances Clarke), A report for the whale and dolphin conservation society (WDCS), 35 p.
- Mazur, C.F. and Iwama O.K., 1993. Effect of handling and stocking density on haematocrit, plasma cortisol and survival in wild and hatchery-reared Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture*, 112: 291-299.
- McCarter, N., 1992. Sedation of grass carp and silver carp with 2-phenoxyethanol during spawning. *Prog. Fish Culturist.*, 54(4), 263–265.
- McCarty, D. H., Stevenson J. P. and Roberts M. S., 1975. Some Blood Parameters of the rainbow trout (*Salmo gairnerii* R.) II. The Shasta Variety, 7, 215-219.
- Mehta, A., Mason P.J., Vulliamy T.J., 2000. Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency. *Bailliers Best Pract. Res. Clin. Haematol.*, 13:21-38.
- Meloni, T., Carta F., Forteleoni G., Carta A., Ena F., Meloni GF., 1990. Glucose6-phosphate dehydrogenase deficiency and patients in Northern Sardinia. *American Journal of Ophthalmology*. 110, 66- 4.
- Mittal, A. and Whitear M., 1978. A note on cold anaesthesia of poikilotherms. *Journal of Fish Biology* 13, 519–520.
- Morelli, A., Benatti U., Gaetani G.F., De Flora A., 1978. Biochemical mechanisms of glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 75, 1979-1983
- Mughal, A.L., Iqbal M.J. and Shakoori A.R., 1993. Toxicity of short term exposure of sublethal doses of a synthetic pyrethroid, fenvalerate, on the Chinese grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. *Proc. Sem. Aqua. Dev. Pak.*, 49-74.
- Munday, P.L. Wilson S.K., 1997. Comparative efficacy of clove oil and other chemicals in anaesthetization of *Pomacentrus ambionensis*, a coral reef fish. *J. Fish Biol.*, 51, 931–938.
- Murray K.R., Mayes P.A., Granner K.D., Rodwell W.V., 1993. *Harper's Biochemistry*, s.205, 23 th edition, Prentice-Hall International Inc.

- Mylonas, C.C., Cardinaletti G., Sigelaki I., Polzonetti-Magni A., 2005. Comparative efficacy of clove oil and 2-phenoxyethanol as anesthetics in the aquaculture of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*) at different temperatures. *Aquaculture*, 246, 467–481.
- Nelson, J.A., Tank Y., Boutilier R.G., 1996. The effects of salinity change on the exercise performance of two atlantic cod (*Gadus morhua*) populations inhabiting different environments. *The Journal of Experimental Biology*, 199, 1295-1309.
- Ninfali P., Orsenigo T., Barociani L. and Rapa S., 1990. Rapid purification of glucose 6-phosphate dehydrogenase from mamal's erythrocytes. *Preparative Biochemistry*, 20, 297-309.
- Noyan, A., 1980. Fizyoloji Ders Kitabı. Anadolu Ünv. Tıp Fak. Anadolu Ünv. Yayınları (2). s.590.
- Odabaşoğlu, F., 1988. Ispanak bitkisinde pestisitler ve bitkisel hormonlar ile muamelenin bazı enzim aktiviteleri üzerine etkileri. Doktora tezi, s:5-9, Yüzüncü Yıl Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Oruç, E.O., Üner N., 1998. Effects of Azinphosmethyl on some biochemical Parameters in blood, muscle and liver tissues of *Cyprinus carpio* (L.). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 62(1), 65-71.
- Öğüt, H., 2005. Balıklarda Stres, Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri, (Editör: M., Karataş), Nobel Yayıncılık, 498s.
- Özmen, İ., Bayır A., Cengiz M., Sirkecioğlu A.N., Atamanalp M., 2004. Effects of water reuse system on antioxidant enzymes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Vet. Med-Czech*. 49(10), 373–378
- Özmen, İ., Atamanalp M., Bayır A., Sirkecioğlu A.N., Cengiz M. and Cengiz M., 2007. Tehe effects of different stressors on antioxidant enzymeactivities in erythrocyte of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fresenius Environmental Bulletin*, 16, 8.
- Pagés T., Gómez E., Súñer O., Viscor G. and Tort L., 1995. Effects of daily management stress on haematology and blood rheology of the gilthead seabream. *J. Fish Biol.*, 46, 775-786.
- 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.
- Pickering, A.D. and Pottinger T.G., 1987. Crowding causes prolonged leucopenia in salmonid fish, despite acclimation. *J. Fish Biol.*, 20, 229-244.
- Pirhonen J. and Schreck C. B., 2003. Effects of anaesthesia with MS-222, clove oil and CO₂ on feed intake and plasma cortisol in steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, (1–4), 507–514.
- Pottinger, T. G. and Carrick T. R., 1999. A comparison of plasma glucose and plasma cortisol as selection markers for high and low stress-responsiveness in female rainbow trout. *Aquaculture*, 175, 351–363.
- Prince, A. and Powell C., 2000. Clove oil as an anesthetic for invasive field procedures on adult rainbow trout. *North Am. J. Fish. Manage*, 20, 1029-1032.
- Quentel, C. and Obach A., 1992. The cellular composition of the blood and haematopoietic organs of turbot *Scophthalmus maximus* L. *J. Fish Biol.*, 41, 709-716.

- Railo, E., Nikinmaa M., Soivio A., 1985. Effects of sampling on blood parameters in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. Journal of Fish Biology, 26, 725-732.
- Reddy, P.M., Bashamoiden M. D., 1989. Fenvalarate and Cypermethrin induced changes in the haematological parameters of *Cyprinus carpio*. Acta. Hydrochim. Hydrobiol., 17(1), 101-107.
- Reiter R., Tang L., Garcia J.J., Munoz-Hoyos A., 1997. Pharmacological actions of melatonin in oxygen radical. Pahlphysiology, 60, 2255.
- Rimsh, E.Y. and Adamova L.G., 1973. Blood analysis of herbivorous fish (biological principles and ways of increasing the efficiency of natural reproduction and rearing of valuable commercila fishes). Fish. Res. Board of Canada. Translation series No: 2620.
- Roberts, J., 1989. Fish Pathology. Second Edition. Oval Road London. NW1 7DX. S.453(24-28),.
- Ronisz, D., Joakim Larsson D.G. and Förlin L., 1999. Seasonol variations in the activities of selected hepatic biotransformation and antioxidant enzymes in celpout (*Zoarces viviparus*). Comp. Biochem. Physi.i 124, 271-279.
- Rosseland, B.O., Lea T.B., Hansen L.P., 1982. Physiological effects and survival of carlintagged and descaled atlantic salmon, *Salmo salar* L., in different salinities, ICES C.M./M:30, 1-23.
- Rudack, D., Gozukara E.M., Chisholm M.E., Holten D., 1971. The effect of dietary carbohydrate and fat onthe synthesis of rat liver 6-phosphogluconatedehydrogenase. Biochim. Biophys. Acta., 252, 305-313.
- Sakamoto, K., Lewbart G.A., Smith II T.M., 2001. Blood chemistry values of juvenile red pacu (*Piaractus brachypomus*). Veterinary Clinical Pathology, 30(2), 50-52.
- Sandnes, K., Lie Q., Waagbo R., 1988. Normal ranges of some blood chemistry parameters in adult farmed atlantic salmon, *Salmo salar*. Journal of Fish Biology, 32, 129-136.
- Santhakumar, M., Balaji M. and Ramudu K., 1999. Effect of sublethal concentrations of monocrotophos on erythropoietic acticity and certain hematological parameters of fish *Anabas testudineus*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 63, 379-384.
- 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.
- Sayeed, I., Parvez S. Pandey S., Bin –Hafeez B., Haque R. and Rausiddin S., 2003. Oxidative stres biomarkers of exposure to deltamethrinin freshwater. Exotoxi. Environ. Saf., 56, 295-301.
- Schmidtke, L.M. and Carson J., 1999. Induction, characterisation and pathogenicity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) of *Lactococcus garvieae* L-forms. Veterinary Microbiology, 69, 287-300.
- Schnarrenberger, C., Oeser A., Tolbert N. E., 1973. Two isoenzymes each of glucose-6-phosphate dehydrogenase and 6-phosphogluconate dehydrogenase in spinach leaves. Archive of Biochemistry and Biophysics, 154, 438-448.
- Schreck, C. B. and Moyle, P. B., 1990. Methods for Fish Biology. American Fisheries Society, USA, 285-334.

- Schütt D.A., Lehmann J., Goerlich R. and Hamers R., 1997. Haematology of swordtail, *Xiphophorus helleri*. I: Blood parameters and light microscopy of blood cells. J. Apply. Ichthyol., 13: 83-89.
- Sehdev, H.S., McBride J.R. and Fagerlund U.H.M., 1963. 2-phenoxyethanol as a general anaesthetic for sockeye salmon. J. Fish. Res. Board Can., 20, 1435–1440.
- Serezli, R., Okumuş İ., Akhan S., 2003. Akuakültürde anestezinin kullanımı. K.T.Ü. Rize Su Ürünleri Fakültesi. Türk Sucul Yaşam Dergisi. E. Düzgüneş, İ. Okumuş, H. Ögüt (ed). 475-480.
- Shakoori, A.R., Iqbal M.J., Mughal A.L. and Ali S.S., 1994. Biochemical changes induced by inorganic mercury on the blood, liver and muscles of freshwater Chinese grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. J. Ecotoxicol. Environ. Monit., 4, 81-92.
- Shakoori, A. R., Mughal A. L., and Iqbal M. J., 1996. Effects of sublethal doses of fenvalerate (a synthetic pyrethroid) administered continuously for four weeks on the blo, liver and muscles of a freshwater fish, *Ctenopharyngodon idella*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 57, 487-494.
- Sharma, J. P. and Gupta V. K., 1994. Morphological and haematological alterations in urea exposed fish. *Puntius sophore*. Curr. Agric., 18(1 – 2), 45-48.
- Siems, W.G., Sommerburg O., Grune T., 2000. Erythrocyte free radical and energy metabolism, Clin Nephrol, 53 (Suppl. 1), 9-17.
- Sink, T.D., Strange R.J. and Sawyers R.E., 2007. Clove oil used at lower concentrations is less effective than MS-222 at reducing cortisol stress responses in anesthetized rainbow trout. North American Journal of Fisheries Management, 27, 156–161.
- Sladky, K.K., Swanson C.R., Stoskopf M.K., Loomis M.R. and Lewbart G.A., 2001. Comparative efficacy of tricaine methanesulfonate and clove oil for use as anesthetic in red pacu (*Piaractus brachipomus*). Am. J. Vet. Res., 62, 337–342.
- Small, B.C., 2003. Anesthetic efficacy of metomidate and comparison of plasma cortisol responses to tricaine methanesulfonate, quinaldine and clove oil anesthetized channel catfish *Ictalurus punctatus*. Aquaculture, 218, 177–185.
- Smith, J.B., Bealeau M.H., Waterstrat P., Tucker C.S., Stiles F., Bowser P.R., Brown L.A., 1987. Biochemical teference ranges for commercially reared channel catfish. The Prog. Fish-Cult., 49,108-114.
- Snieszko, S.F., 1960, Microhaematocrit as a tool in fishery research and management Spec. Scient. Rep. U.S. Fish. Wildl. Serv., No:341.
- Sohlberg, S., Czerwinska K., Rasmusen K. and Soli N.E., 1990. Plasma concentration flumequine after intra-arterial and oral administration to rainbow trout (*Salmo gairdneri*) exposed to low water temperatures. Aquaculture, 84, 355–361.
- Stickney, R.R., 1991. Culture of Salmonid fishes, School of Fisheries, University of Washington, Seattle, Washington, 52.
- Stoskopf, M., 1993. Anaesthesia. In: L. Brown, Editor, Aquaculture for Veterinarians, Pergamon Press, Oxford, 161–167.
- Soto, C.G., 1995. Clove oil: a fish anaesthetic, West. Indian Ocean Waters, 6(2),2–3.
- Soto, C.G., Burhanuddin C.G., 1995. Clove oil as a fish anaesthetic for measuring length and weight of rabbitfish (*Siganus lineatus*). Aquaculture, 136, 149– 152.

- Summerfelt, R.C., Smith L.S., 1990. Anesthesia, surgery, and related techniques. p. 213-272. In: Schreck C.B., Moyle P.B. (eds.) Methods for fish biology. American Fisheries Society, Bethesda, MD, USA.
- Svoboda, M. and Kolarova J., 1999. A survey of anaesthetics used in the fish farming. Health Protection of Fish-Proceeding of Papers. Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology Vodňany, p. 49-72. (In Czech).
- Şenel, G., Atik F., Bayrak M., Taşer B., Kuşhan S., Saygın Ş. ve Deveci S., 2000. Su Ürünleri Ekonomisi, Üretim, Miktar, Fiyat ve Değer Değişimleri 1998, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, 80.
- Takashima, Y., Wan Z., Kasai H. and Asakawa O., 1983. Sustained anesthesia with 2-phenoxyethanol in yearling rainbow trout. J. Tokyo Univ. Fish., 69(2), 93-96.
- Tandoğan, B., Ulusu N., 2003. 6-fosfoglukonat dehidrogenaz: Moleküler ve kinetik özellikleri. Türk Biyokimya Dergisi, 28 (4); 268-273.
- Taylor, P.W., Roberts S.D., 1999. Clove oil: An alternative anaesthetic for aquaculture. North Am. J. Aquaculture, 61, 150-155.
- Tort, L., Puigcever M., Crespo S., Padros F., 2002. Cortisol and haematological response in sea bream and trout subjected to the anaesthetics clove oil and 2-phenoxyethanol. Aquaculture Research, 33: 907-910
- Torres, F. I. P., Moura E. G. Nascimento C.C.A., Contaifer Jr., Ramos C. F., Pimenta M. A. and Torres E. B., 1986. Parametros bioquimicos e hematologicos de cascudos (*Hypostomus punctatus*). Ciencia cultura, 38: 825-830.
- Tytler, P. and Hawkins A.D., 1981. Vivisection, anaesthetics and minor surgery, in: Hawkins, A.D. (ed.), Aquarium Systems, New York, Academic Press.
- Üner, N., Oruç E.Ö., Canlı M. And Sevgiler Y., 2001. Effects of cypermethrin on antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation in liver and kidney of the freshwater fish, *Oreochromis niloticus* and *Cyprinus carpio*. Bull. Environ. Saf. 56, 295-301.
- Ünlükurt, I., Aksoy K., Yüregir G.T., 1993. Glukoz 6-fosfat dehidrogenaz (G6PD) enzimi ile eser elementler arasındaki ilişki. Çukurova Ün. Tıp Fak. Dergisi, 2, 141-145.
- 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.
- Valentine, W.N. and Paglia, D.E., 1990. Erythroenzymopathies and hemolytic anemia: The many faces of inherited variant enzymes. J.Lab.Clin.Med., 115, 12.
- Van Vuren, J.H.J. and Hattingh J., 1978. A seasonal study of the haematology of wild freshwater fish. J. Fish Biol., 13, 305-313.
- Velisek, J., Svobodova Z., Piackova V., 2005. Effects of clove oil anesthesia on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Acta Vet. Brno. 74, 139-146.
- Velisek, J., Wlasow T., Gomulka P., Svobodova Z., Novotny L., Ziomek A., 2006. Effects of clove oil anaesthesia on catfish (*Silurus glanis* L.). Acta Vet Brno 75, 99-106
- Velisek, J., Svobodova Z., Piackova V., 2007. Effects of 2-phenoxyethanol anaesthesia on haematological profile on common carp (*Cyprinus carpio*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Acta Vet. Brno., 76, 487-492.
- Velisek, J., Stejskal V., Kouril J., Svobodova Z., 2009. Comparison of the effects of four anaesthetics on biochemical blood profiles of perch. Aquaculture Research, 40(3), 354-361(8).

- Vijayan, M.M., Pereira C., Grau E.G. Iwama G.K., 1997. Metabolic responses associated with confinement stress in Tilapia; The role of cortisol. *Biochem. Physiol.*, 116C(1), 89-85.
- Vonck, A.P., Wendelaar M.A., Bonga S.E., Flik G., 1998. Sodium and calcium balance in mozambique tilapia, *Oreochromis mossambicus*, raised at different salinities, *Comp. Biochem. Physiol.*, 119A(2), 441-449.
- Vosyliene, M. Z., 1999. The effect of heavy metals on hematological indices. *Acta Zoologica Litvanica Hydrobiologia*, 9, 76-82.
- Wagner, G.N., Singer T.D., McKinley S.R., 2003. The ability of clove oil and MS-222 to minimize handling stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Aquaculture Research*, 34, 1139-1146.
- Waiwood, K.G., 1980. Changes in hematocrit of rainbow trout exposed to various combinations of water hardness, pH and copper. *Transactions of the American Fisheries Society*, 109, 461-463.
- Walter, G., Niehaus W.G. and Mallett T. C., 1994. Purification and characterization of glucose 6-phosphate dehydrogenase from *Cryptococcus Neoformans*, *Biophysics*, 313, 304-309.
- Warner, M.C., Williams R.W., 1977. Comparison between serum values of pond and intensive raceway cultured channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). *Journal of Fish Biology*, 11, 385-395.
- Waterstrat, P.R., 1999. Induction and recovery from anesthesia in channel catfish *Ictalurus punctatus* fingerlings exposed to clove oil. *J. World Aquac. Soc.*, 30, 250- 255
- Weyl, O., Kaiser H. and Hecht T., 1996. On the efficacy and mode of action of 2-phenoxyethanol as an anaesthetic for goldfish, *Carassius auratus* (L.), at different temperatures and concentrations. *Aquaculture Research*. 27, 757-764.
- White, W.L., Ericson N.M. and Stevens S.C., 1976. *Chemistry for the Clinical Laboratory* (4th Ed.), CV Mosby, St Louis, p 122.
- Wilkie, M.P., Simmons H.E., Wood. C.M., 1996. Physiological adaptations of rainbow trout to chronically elevated water pH (pH=9.5). *The Journal of Experimental Zoology*, 274,1-14,
- Williams, D.D. and Feltmate B.W., 1992. *Aquatic Insects*, C.A.B. International, Redwood Press, Melksham, 358.
- Wood, T., 1986. Distribution of the pentose phosphate pathway in living organisms. *Cell Biochem Funct.*, 4:235-240.
- Woody, C.A., Nelson J., Ramstad K., 2002. Clove oil as an anaesthetic for adult sockeye salmon: field trials. *Journal of Fish Biology*, 60:100-105.
- Yamaguchi, J., Nishimura M., 1984. Purification of glyoxymal catalase and immunochemical comparison of glyoxysomal and leaf peroxisomal catalase in germinating pumpkin cotyledons. *Plant Physiol.*, 74, 261-267.
- Yamamitsu, S. and Itazawa Y., 1988. Effects of an anesthetic 2-phenoxyethanol on the heart rate, ECG and respiration in carp. *Bull. Jpn. J. Sci. Fisheries*, 54(10), 1737-1746.
- Yamawaki, K., Hashimoto W., Fujii K., Koyama J., Ikeda Y. and Ozaki H., 1986. Hemochemical changes in carp exposed to low cadmium concentrations. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 52 (3), 459-465.

- Yılayaz, Ö., Bitmiş K., 2002. Keban Baraj Gölü'nde yaşayan barbus (*Rajanorum mystaceus* Heckel, 1843)' da kan parametrelerinin incelenmesi. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(2), 11-21
- Yıldız, M., 2010. Karanfil yağı ve 2-fenoksietanol'ün farklı yoğunluk ve sıcaklıklarda gökkuşağı alabalığı üzerindeki anestezi etkileri. Y. Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Yılmaz, K., Otlı A. 1989. Veteriner Hematoloji El Kitabı. Fırat Üniv.Veteriner Fak. Hatiboglu Yayınevi- Ankar. s.120.
- Yıldırım, A., Türkmen M. and Altuntaş İ., 1999. The seasonal variation in blood glucose levels in barbel, *Barbus plebejus escherichi* (Steindachner, 1897), living in Çoruh Basin-Oltu Stream, (in Turkish). Turk. J. Vet. Anim. Sci., 23, 373-378.
- Yone, Y., Hossain M.A., Furuichi M. and Kato F., 1986. Effect of fermented scrap meal on proximate compositions of muscle and liver hematological characteristics and chemical components in blood plasma of reas sea bream. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 52 (8), 1461-1464.
- Yoshida, Y., Nakano Y., Yamashita Y., Coga T., 1997. The and gene encoding a novel 6-PGDH and its adjacent region of *Actinobacillus actinomycescomitans* chrosomal DNA. Biochem. Biophys. Res. Commun., 230, 220-5.

Deney Hayvanları Kullanım Sertifikası (Certificate for Using Experimental Animals)

Doç. Dr. Orhan ERDOĞAN

adlı araştırmacı Atatürk Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Yönetim Kurulunun

18.02.2009 Tarih ve 2/12 sayılı karar ile Deney Hayvanı Kullanım Sertifikası almaya hak kazanmıştır.

This is to certify that the above-named researcher was authorized according to the decision dated as 18.02.2009 and numbered as 2/12 with a Certificate for Using Experimental Animals by the Executive

Board of Local Ethics Committee for Animal Experiments of Atatürk University.

Prof. Dr. Mustafa ATASÖVER
Atatürk Üniversitesi Hayvan Deneyleri
Yerel Etik Kurulu Başkanı
(Chairman of the Executive Board of Local Ethics Committee for
Animal Experiments of Atatürk University)

Prof. Dr. H. Kadir KOCAK
Atatürk Üniversitesi Rektörü
(Rector of Atatürk University)

ÖZGEÇMİŞ

Erzurum’da 1978 yılında doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 1995 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü’nden 1999 yılında mezun oldu. Ekim 1999’da Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine, 2003 yılında doktora eğitimine başladı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü'nde 2010 yılına kadar Arş. Gör. olarak çalıştı. Halen Rize Tarım İl Müdürlüğü Proje İstatistik Şube Müdürlüğü'nde Ziraat Yüksek Mühendisi olarak görevine devam etmektedir.