

**FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OKSİJEN STRESİ ALTINDAKİ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792) YAVRULARININ BÜYÜME, YEM DEĞERLENDİRME VE BAZI DOKULARINA “A” VE “E” VİTAMİNLERİNİN ETKİLERİ

DOKTORA TEZİ

Yük. Müh. Gülüzar TUNA KELEŞTEMUR

Anabilim Dalı: Su Ürünleri Yetiştiriciliği

Programı: Yetiştiricilik

EKİM–2009

**FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OKSİJEN STRESİ ALTINDAKİ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792) YAVRULARININ BÜYÜME, YEM DEĞERLENDİRME VE BAZI DOKULARINA A VE E VİTAMİNLERİNİN ETKİLERİ

DOKTORA TEZİ

Gülüzar TUNA KELEŞTEMUR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 11.03.2009

Tezin Savunulduğu Tarih: 28.09.2009

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Yaşar ÖZDEMİR (F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Erhan ÜNLÜ (D.Ü)

Prof. Dr. Dursun ŞEN (F.Ü)

Prof. Dr. Mustafa SARIEYYÜPOĞLU (F.Ü)

Doç. Dr. Kenan KÖPRÜCÜ (F.Ü)

EKİM–2009

ÖNSÖZ

Çalışmalarım süresince devamlı desteğini eksik etmeyen, konu seçimi ile araştırmanın planlanması ve yürütülmesinde her türlü yardım ve katkılarını esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Yaşar ÖZDEMİR'e öncelikli olarak teşekkür ederim. Çalışmanın yürütüldüğü Devlet Su İşleri 9. Bölge Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürü ve çalışanlarına, Doç. Dr. Mustafa KARATEPE, Prof. Dr. Pınar TATLI SEVEN, ve Prof. Dr. Seval YILMAZ hocalarıma, Arş. Gör. Neslihan KELEŞTEMUR ve Özlem EMİR ÇOBAN' a, gereken olanakları sağlayan Su Ürünleri Fakültesi Dekanlığına, çalışmayı maddi yönden FÜBAP-1374'nolu proje ile destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetimi birimine ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan eşime teşekkür ederim.

Gülözar TUNA KELEŞTEMUR

ELAZIĞ-2009

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
İÇİNDEKİLER.....	I
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLolar LİSTESİ	VI
KISALTMALAR LİSTESİ.....	IX
ÖZET	X
SUMMARY	XII
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR	6
2.1 Stres	6
2.2 Oksidatif Stres	6
2.3. Serbest Radikaller.....	7
2.4. Serbest Radikallerin Organizma Üzerindeki Etkileri	9
2.5. Gökkuşuğı Alabalıklarının Beslenmesinde A ve E vitaminlerinin Önemi.....	11
2.6. Antioksidanlar	12
2.7. Antioksidan Savunma Mekanizmaları	12
2.7.1. Antioksidan Vitaminler	13
2.7.1.1. Vitamin A'nın Genel Özellikleri	13
2.7.1.2. Vitamin A'nın Antioksidan Etki Mekanizması	14
2.7.1.3. Vitamin A'nın Fizyolojik Fonksiyonları ve Metabolizması	14
2.7.1.4. Vitamin E (α -Tokoferol)'nin Genel Özellikleri	15
2.7.1.5. Vitamin E'nin Antioksidan Etki Mekanizması	16
2.7.1.6. Vitamin E'nin Fizyolojik Fonksiyonu ve Metabolizması	17
2.8. Süperoksid Dismutaz (SOD) Enziminin Antioksidan Etki Mekanizması.....	18
3. MATERYAL VE METOT	20
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Araştırma Yeri ve Alanı	20
3.1.2. Tekneler.....	20
3.1.3. Araştırma Süresi	20
3.1.4. Balık Materyali	20

3.1.5. Su Analizi	21
3.1.5.1. pH Ölçümü	21
3.1.5.2. Çözünmüş Oksijen Miktarı ve Sıcaklık Ölçümü.....	21
3.1.6. Araştırma suyunun Diğer Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	21
3.1.7. Yem Materyali.....	21
3.1.7.1. Araştırma Rasyonlarının Toplam Enerji, pH ve Suda Çözünürlük Sürelerinin Tespiti.....	22
3.1.8. Balık Eti ve Yem Analizleri	22
3.1.8.1. Ham Su ve Kuru Madde	22
3.1.8.2. Ham Protein.....	22
3.1.8.3. Ham Yağ.....	23
3.1.8.4. Ham Selüloz	23
3.1.8.5. Ham Kül	23
3.1.9. Kan örneklerinin Alınması	23
3.1.10. Süperoksit Dismütaz (SOD) Enzim Aktivite Tayini	23
3.1.11. Serumda ve Dokuda Vitamin A ve E tayini	23
3.1.12. Diğer Araç ve Gereçler.....	23
3.2. Metot	24
3.2.1. Araştırma Yeri ve Alanı	24
3.2.2. Tekneler.....	24
3.2.3. Balık Materyali	24
3.2.4. Su Analizi	25
3.2.4.1. pH Ölçümü	25
3.2.4.2. Çözünmüş Oksijen Miktarı ve Sıcaklık Ölçümü.....	25
3.2.5. Araştırma suyunun Analiz Parametreleri	26
3.2.6. Yem Materyali.....	26
3.2.6.1. Araştırma Rasyonları.....	26
3.2.6.2. Araştırma Rasyonlarının Hazırlanması	26
3.2.7. Balık Eti ve Yem Analizleri	27
3.2.7.1. Ham Su ve Kuru Madde Tayini.....	27
3.2.7.2. Ham Protein Tayini	27
3.2.7.3. Ham Yağ Tayini	28
3.2.7.4. Ham Selüloz Tayini.....	28

3.2.7.5. Ham Kül Tayini	28
3.2.8. Büyüme Parametrelerinin Hesaplanması.....	29
3.2.8.1. Canlı Ağırlık.....	29
3.2.8.2. Total Boy	29
3.2.8.3. Balıkların Canlı Ağırlık Artışı (W)	29
3.2.8.4. Oransal Büyüme (OB) (Relatif Büyüme).....	29
3.2.8.5. Spesifik Büyüme Oranı (SBO).....	30
3.2.8.6. Kondisyon Faktörü	30
3.2.8.7. Yem Dönüşüm Oranı (YDO)	30
3.2.8.8. Protein Etkinlik Oranı (PEO) ve Protein Değerlendirme İndeksi (PDİ)	31
3.2.9. Kan örneklerinin Alınması	31
3.2.10. Süperoksit Dismütaz (SOD) Enzim Aktivite Tayini	31
3.2.11. SOD Kitinin Çalışma Prensibi.....	32
3.2.12. Serumda Vitamin A ve E Tayini	33
3.2.13. Dokuda Vitamin A ve E Tayini.....	33
3.2.14. Verilerin Değerlendirilmesi.....	34
4. BULGULAR	35
4.1. Araştırma Suyunun Sıcaklık, pH ve Çözülmüş Oksijen Düzeyi Ölçümleri.....	35
4.2. Denemede Kullanılan Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	36
4.3. Araştırma Rasyonlarının Yapısı ve Balık Eti Analizleri	37
4.4. Rasyonların A (vitamin A asetat) ve E (dl- α -tokopherly acetate) Vitamin Analizleri	39
4.5. Büyüme Parametreleri	40
4.5.1. Canlı Ağırlık.....	40
4.5.2. Total Boy	41
4.5.3. Ağırlık Artışı	42
4.5.4. Oransal Büyüme	43
4.5.5. Spesifik Büyüme Oranı (SBO).....	43
4.5.6. Kondisyon Faktörü	44
4.6. Yem Değerlendirme	45
4.6.1. Yem Dönüşüm Oranı.....	45
4.6.2. Protein Etkinlik Oranı (PEO)	46
4.6.3. Protein Değerlendirme İndeksi (PDİ).....	47

4.7. Ölüm Oranı	48
4.8. Kan ve Doku Analizleri	48
4.8.1. Araştırma Gruplarının Plazma SOD Enzim Aktivite Düzeyleri	48
4.8.2. Araştırma Gruplarının Kas, Karaciğer ve Böbrek Dokularına Ait Vitamin A Düzeyleri	50
4.8.3. Araştırma Gruplarının Kas, Karaciğer ve Böbrek Dokularına Ait Vitamin E Düzeyleri	52
4.8.4. Araştırma Gruplarının Serum Vitamin A ve E Düzeyleri	54
4.9. Araştırmada Kullanılan Rasyonların Ham Besin Madde Değerleri, 4,5 mg/l Çözünmüş Oksijen Düzeyinde Büyüme Parametreleri, Kan ve Doku Analizleri.....	55
4.10. Araştırmada Kullanılan Rasyonların Ham Besin Madde Değerleri, 7,5 mg/l Çözünmüş Oksijen Düzeyinde Büyüme Parametreleri, Kan ve Doku analizleri	58
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	60
5.1. Araştırmada Kullanılan Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	60
5.2. Araştırma Rasyonlarının Yapısı	61
5.3. Büyüme Parametreleri	62
5.3.1. Canlı Ağırlık.....	62
5.3.2. Total Boy	63
5.3.3. Ağırlık Artışı	63
5.3.4. Oransal Büyüme	64
5.3.5. Spesifik Büyüme Oranı (SBO).....	65
5.3.6. Kondisyon Faktörü	65
5.4. Yem Değerlendirme	66
5.4.1. Yem Dönüşüm Oranı.....	66
5.4.2. Protein Etkinlik Oranı (PEO)	66
5.4.3. Protein Değerlendirme İndeksi (PDİ).....	67
5.5. Kan ve Doku Analizleri	68
5.5.1. Araştırma Gruplarının Plazma SOD Enzim Aktivite Düzeyleri	68
5.5.2. Araştırma Gruplarının Kas, Karaciğer, Böbrek Dokuları ve Kan Serumuna Ait Vitamin A Düzeyi.....	69
5.5.3. Araştırma Gruplarının Kas, Karaciğer, Böbrek Dokuları ve Kan Serumuna Ait Vitamin E Düzeyleri	70
KAYNAKLAR.....	75
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Gökkuşığı alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)’in görünümü	1
Şekil 2.1. Oksidatif stres oluşumu	7
Şekil 2.2. Serbestleşen oksijen moleküllerinin oluşturduğu radikaller	8
Şekil 2.3. Hücrenin antioksidan savunma mekanizması	11
Şekil 2.4. A Vitaminin kimyasal yapısı	14
Şekil 2.5. Vitamin E (α -tokoferol)’ nin kimyasal yapısı	16
Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan balık teknelerinin şematik görünümü	20
Şekil 4.1. Araştırma gökkuşığı alabalığı yavrularının plazma süperoksit (SOD) düzeyleri (U/ml)	49
Şekil 4.2. Araştırma gruplarındaki gökkuşığı alabalığı yavrularının kas dokularındaki vitamin A düzeyleri	51
Şekil 4.3. Araştırma gruplarındaki gökkuşığı alabalığı yavrularının karaciğer dokularındaki vitamin A düzeyleri	51
Şekil 4.4. Araştırma gruplarındaki gökkuşığı alabalığı yavrularının böbrek dokularındaki vitamin A düzeyleri	51
Şekil 4.5. Araştırma gruplarındaki gökkuşığı alabalığı yavrularının kas dokularındaki vitamin E düzeyleri	53
Şekil 4.6. Araştırma gruplarındaki gökkuşığı alabalığı yavrularının karaciğer dokularındaki vitamin E düzeyleri	53
Şekil 4.7. Araştırma gruplarındaki gökkuşığı alabalığı yavrularının kas dokularına ait vitamin A düzeyleri (mg/kg)	53
Şekil 4.8. Araştırma gruplarındaki gökkuşığı alabalığı yavrularının kan serumundaki A vitamin düzeyleri (mg/l)	54
Şekil 4.9. Araştırma gruplarındaki gökkuşığı alabalığı yavrularının kan serumundaki A vitamin düzeyleri (mg/l)	55

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Alabalık etinin enerji, besin madde ve vitamin içeriği (%).....	2
Tablo 3.1. Araştırma rasyonlarının yapısına giren yem maddelerinin bileşimi ve ilave edilen A ve E vitamin düzeyleri (%)	22
Tablo 3.2. Süperoksit Dismütaz Enziminin (SOD) Belirlenmesinde Kullanılan Standart Çözelti, Fosfat Tamponu ve Konsantrasyon miktarları.....	33
Tablo 4.1. Araştırma yapılan teknelerin 15 günlük periyotlara göre su sıcaklıkları (°C) ve pH değerleri	35
Tablo 4.2. Araştırma yapılan teknelere gelen suyun, optimal oksijen düzeylerinde (a) ve düşük oksijen düzeylerinde deneme (b) grupları için tekne giriş (b) ve çıkış ortalama çözünmüş oksijen değerleri.....	36
Tablo 4.3. Çalışmada kullanılan suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait değerler ...	37
Tablo 4.4. Araştırmada kullanılan yem öğelerinin ham besin madde içerikleri (%).....	38
Tablo 4.5. Araştırma rasyonlarının ham besin madde düzeyleri (%).....	38
Tablo 4.6. Araştırma gruplarının balık eti analiz sonuçları (%).....	38
Tablo 4.7. Araştırma rasyonlarının toplam enerji, suda çözünme süresi, pH'sı ve pelet çapına ait değerler	39
Tablo 4.8. Araştırma rasyonlarının HPLC analiz sonuçlarına göre A (vitamin A asetat) ve E (dl- α -tokopherly acetate) vitamin düzeyleri(mg/kg).....	39
Tablo 4.9. Araştırma gruplarındaki gökkuşaağı alabalığı yavrularının 4,5 mg/l ve 7,5 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde, deneme başı ve 1., 2., 3., 4., 5., ve 6. periyotlara göre ortalama canlı ağırlıkları (g)	40
Tablo 4.10. Araştırma gruplarındaki gökkuşaağı alabalığı yavrularının 4,5 mg/l ve 7,5 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde, deneme başı ve 15 günlük 1., 2., 3., 4., 5., ve 6. periyotlara göre ortalama total boyları (cm).....	41
Tablo 4.11. Araştırma gruplarındaki gökkuşaağı alabalığı yavrularının 4,5 mg/l çözünmüş oksijen ve 7,5 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde, 15 günlük 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre ortalama canlı ağırlık artışı değerleri (g)	42
Tablo 4.12. Araştırma gruplarındaki gökkuşaağı alabalığı yavrularının 4,5 mg/l ve 7,5 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde, 15 günlük 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre ortalama oransal büyümeleri (%)	43

Tablo 4.13. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının 4,5 mg/l ve 7,5 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde, 15 günlük 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre ortalama spesifik büyüme oranları (%).....	44
Tablo 4.14. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının 4,5 mg/l ve 7,5 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde, deneme başlangıcı ve 15 günlük 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre ortalama kondüsyon değerleri.....	45
Tablo 4.15. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının 4,5 mg/l ve 7,5 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre yem dönüşüm oranı (g)	46
Tablo 4.16. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının 4,5 mg/l ve 7,5 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre protein etkinlik oranı (%).....	47
Tablo 4.17. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının 4,5 mg/l ve 7,5 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre protein değerlendirme indeksi (%).....	47
Tablo 4.18. Araştırma gruplarında, 4,5 mg/l ve 7,5 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde deneme başlangıcı ve 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlar sonundaki balık sayıları	48
Tablo 4.19. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının 4,5 mg/l ve 7,5 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde plazma SOD enzim aktivite değerleri (U/ml)	49
Tablo 4.20. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının 4,5 mg/l ve 7,5 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde kas, karaciğer ve böbrek dokularının vitamin A düzeyleri değerleri (mg/kg)	50
Tablo 4.21. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının 4,5 mg/l ve 7,5 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde kas, karaciğer ve böbrek dokularının vitamin E düzeyleri değerleri (mg/kg).....	52
Tablo 4.22. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının 4,5 mg/l ve 7,5 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde kas, karaciğer ve böbrek dokularının vitamin E düzeyleri değerleri (mg/l)	54
Tablo 4.23. Araştırmada kullanılan rasyonların ham besin madde değerleri, kontrol, D ₁ , D ₂ , D ₃ , D ₄ gruplarındaki balıkların 4,5 mg/l çözünmüş oksijen düzeyinde büyüme parametreleri, plazma SOD enzim değerleri, kas, karaciğer ve böbrek dokularının vitamin A ve E düzeyleri ve serum vitamin A ve E düzeyleri.....	56
Tablo 4.24. Araştırmada kullanılan rasyonların ham besin madde değerleri, kontrol, D ₁ , D ₂ , D ₃ , D ₄ gruplarındaki balıkların 7,5 mg/l çözünmüş oksijen Düzeyinde büyüme parametreleri, plazma SOD enzim değerleri, kas,	

VIII

karaciğer ve böbrek dokularının vitamin A ve E düzeyleri ve serum vitamin A ve E düzeyleri	58
---	----

KISALTMALAR LİSTESİ

K	: Kontrol grubu
D₁	: Bir nolu deneme grubu
D₂	: İki nolu deneme grubu
D₃	: Üç nolu deneme rasyonu
D₄	: Dört nolu deneme rasyonu
CAA	: Canlı ağırlık artışı
OB	: Oransal büyüme
SBO	: Spesifik büyüme
KF	: Kondüsyon faktörü
YDO	: Yem dönüşüm oranı
YEO	: Yem etkinlik oranı
PEO	: Protein etkinlik oranı
W	: Canlı ağırlık artışı
SOD	: Süperoksit dismutaz
GP	: Glutasyon redüktaz
GPx	: Glutasyon peroksidaz
CAT	: Katalaz
O₂	: Oksijen
O₂•-	: Süperoksit radikali
•OH	: Hidroksil radikali
ROS	: Reaktif Oksijen türleri

ÖZET

Bu çalışmada, gökkuşuğu alabalığı yavrularının (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine antioksidan vitaminler olan A ve E vitaminleri katılarak kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄, rasyonları oluşturuldu ve balıklar bu rasyonlarla 12 hafta süresince yemlendi. Bu rasyonlarla beslenen balıkların, 2 farklı çözünmüş oksijen seviyelerindeki (4,4±0,19 mg/l O₂ konsantrasyonu ve 7,6±0,16 mg/l O₂ konsantrasyonu büyüme performansı (canlı ağırlık, total boy, canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme, kondüsyon faktörü, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı ve protein değerlendirme indeksi), plazma süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivite düzeylerine, bazı dokularına (kas, karaciğer, böbrek) ve kan serumuna, A ve E vitaminlerinin etkileri araştırıldı. Balıklar, (başlangıç ağırlık ve boy, 41,43±1 g, 15,41±0,62 cm) 30 adet dikdörtgen fiberglas tekneye (2m×40cm×40cm), 5×2×3 (5 diet grubu×2 oxygen seviyesi×3 tekrarlı grup) yerleştirildi.

Hazırlanan 5 farklı rasyonun, A ve E vitamini için HPLC analizleri sonucunda; , A: 14,33 mg/kg, vitamin E: 25,12 mg/kg; D₁: vitamin A: 14,24 mg/kg, vitamin E: 13,3 mg/kg; D₂: vitamin A: 13,83 mg/kg, vitamin E: 54,41 mg/kg; D₃: vitamin A: 2,4 mg/kg, vitamin E: 26,23 mg/kg; D₄: vitamin A: 32,45 mg/kg, vitamin E: 25,96 mg/kg olduğu belirlendi.

Deneysel çalışma neticesinde, stresli ve stressiz gruplarda, D₂ ve D₄ gruplarındaki balıkların plazma SOD enzim aktivitesinin, diğer gruplara göre önemli oranda yüksek olduğu (p<0,05), en düşük SOD enzim aktivitesinin ise D₁ grubundaki balıklarda olduğu belirlendi. Ayrıca, stresli gruplar arasındaki SOD enzim aktivite değerinin, D₂ ve D₄ gruplarında diğer gruplara göre önemli düzeyde (p<0,05) yüksek olduğu tespit edildi. Ayrıca, oksijen stresi oluşturulan gruplardaki balıkların kas, karaciğer ve böbrek dokuları ile serum vitamin A ve E konsantrasyonu değerlerinin, oksijen stresi oluşturulmayan gruplarına göre önemli oranda düşük olduğu gözlemlendi.

Yapılan bu çalışma ile gökkuşuğu alabalıklarının, 36 mg/kg A vitamini, 60 mg/kg E vitamini içeren rasyonlarla beslenmesinin SOD enzim aktivitesini arttırdığı belirlendi.

Düşük oksijenli ortamlarda yaşayan gökkuşuğu alabalığı yavrularının rasyonlarına A ve E vitaminleri katılmasının, oksijen yetmezliğine bağlı olarak metabolizmada meydana gelen oksidatif strese karşı direnci arttırdığı belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Gökkuşığı alabalığı, *Oncorhynchus mykiss*, A vitamini, E vitamini, Büyüme performansı, Oksijen stresi, Süperoksit Dismütaz Enzimi (SOD), Doku, Kan

SUMMARY

The Effects of A and E Vitamins on Growth, Feed Conversion and Some Tissues of Juvenil Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss* W. 1792) In Oxygen Stress

In this study, control, D₁, D₂, D₃, D₄, diet levels are designated vitamin A and E as antioxidant vitamins by adding to the ration of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry and fishes is fed with these ration during 12 weeks. The effect of A and E vitamins on the growth performance (live weight, total length the weight gain, relative growth rate, specific growth rate, condition factor, food conversion ratio, protein efficiency ratio and protein evaluation index), plasma superoxid dismutase enzyme (SOD) activity values, tissues (muscle, liver, kidney) and blood serum of fishes that is fed in two different dissolved oxygen (4.4 ± 0.19 mg/l O₂ concentration and 7.6 ± 0.16 mg/l O₂ concentration are examined. Fishes (initial weight and length, 41.1 ± 1 g, 15.41 ± 0.01 cm) were distributed into 30 fiberglass rectangle (2×40×40) tanks with a 5×2×3 (5 diets group × 2 oxygen levels × 3 replicate diets groups).

Prepared of five different experimental groups ration as a HPLC results vitamin A and E of ratio, control, vitamin A: 14.33 mg/kg, vitamin E: 25.12 mg/kg; D₁: vitamin A: 14.24 mg/kg, vitamin E: 13.3 mg/kg; D₂: vitamin A: 13.83 mg/kg, vitamin E: 54.41 mg/kg; D₃: vitamin A: 2.4 mg/kg, vitamin E: 26.23 mg/kg; D₄: vitamin A: 32.45 mg/kg, vitamin E: 25.96 mg/kg were determinate.

As a result of the experimental study, it was determined that plasma SOD enzyme activate of the fishes in the groups of the D₂ ve D₄ are significantly ratio higher than the other groups ($p < 0.05$) and the fishes in the D₁ group has lowest plasma SOD enzyme activate. Furthermore, when the examined SOD enzyme activate levels in the experimental groups it was observed that D₂ and D₄ groups are significantly levels ($p < 0.05$) higher than the others. Furthermore, it was observed that serum vitamin A and E concentration levels with muscle, liver and kidney tissues of the fishes in the stressed groups of there are significantly lower than the non-stressed groups.

As result of performed this study, it was observed that 36 mg/kg vitamin A, 60 mg/kg vitamin E of the contain rations increased SOD enzyme activate of the rainbow trout.

It is determined that A and E vitamins addition to rations of the rainbow trout fry live in surroundings with low oxygen have increased resistance against oxidative stress occurred in the metabolism depending on hypoxia.

Key Words: Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, Vitamin E, Vitamin A, Growth Performance, Oxygen stress, Superoxid dismutaze enzym (SOD), Tissue, Blood

1. GİRİŞ

Su ürünleri üretim ve yetiştiriciliği; tüketime uygun, ekonomik değeri olan deniz ve tatlı su canlılarının bilimsel yöntemler ile doğal ve yapay ortamlarda canlının tüm yaşam evrelerini kontrollü koşullar altında tutularak yapılan üretim ve yetiştirme şeklidir (Yıldırım ve Korkut, 2004).

Dünyanın birçok ülkesinde yaygın olarak üretimi ve yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), ülkemizin çoğu bölgesinde de iklim ve ekolojik özellikleri bakımından uygun olması nedeniyle en fazla rağbet gören ve ekonomik önemi olan bir tatlı su balığıdır. Bu balık çevre koşullarına iyi uyum göstermesi, hızlı gelişmesi, yemden yararlanma oranının yüksek olması, yüz yılı aşkın süreden beri problemlerinin çözümlenmiş olması nedeniyle üretim ve yetiştiricilikte en çok tercih edilen bir tatlı su türüdür (Çelikkale, 1994; Kürüm ve diğ., 1998; Akbulut ve Keten, 2001; Bekiroğlu ve diğ., 1995).



Şekil 1.1. Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792)'nin görünümü (Kolontz, 1991).

Kuzey Amerika kökenli olan gökkuşağı alabalığı (Şekil 1.1), 1970'li yıllarda ülkemize getirilerek yetiştiriciliğine başlanmış olup, günümüzde üretim ve yetiştiricilik tekniklerinde önemli aşamalar kaydedilerek yurt dışına taze, dondurulmuş ve işlenmiş ürün olarak ihraç edilmektedir. Bu üretiminde Almanya, Fransa, İtalya ve Danimarka ilk sıralarda yer almaktadır. Türkiye iç sularında ise 1288 işletmede 56 026 ton alabalık üretilmektedir. Türk İstatistik Kurumu, 2007 yılı verilerine göre alabalık üretim miktarları iç sularda 56 694 ton, denizlerde ise 12 8943 ton olarak belirlenmiştir (TÜİK, 2007).

Balık eti üstün nitelikli aminoasitleri içermesi, bağ dokudan yoksun olması, yağ oranının düşük olması, vitamin, mineralce zengin olması ve çok kolay sindirilmesi nedeniyle en çok tercih edilen besinler arasında yer almaktadır. Gökkuşığı alabalığının makrobesin ve vitamin içerikleri Tablo 1.1' de verilmiştir (Budy ve diğ., 2002; Besler, 2003).

Tablo 1.1. Alabalık etinin enerji, besin madde ve vitamin içeriği (%)

Enerji(kkal)	13,8
Protein (g)	20,87
Yağ (g)	5,4
Karbonhidrat (g)	0,00
Su	72,78
Kül (g)	1,43
C (mg)	2,9
B1 (mg)	0,20
B3 (mg)	8,22
Pantotenik asit(mg)	1,44
B6 (µg)	0,62
B12 (mg)	3,77
A (IU)	93
Retinol (mg)	28
E (mg)	1,07
K (mg)	0,1

Entansif yetiştiricilik sisteminde su kalitesinin sürekliliğinin sağlanması gökkuşığı alabalık yetiştiriciliği için oldukça önemli bir işlemdir. Balığın üretim ve yetiştiriciliğinde ürün verimliliğinin artırılması su kalitesinin yanında, balığın yeterli ve dengeli besin maddelerince hazırlanan yemleri alabilmesine bağlıdır (Bozaran, 2006; Türker ve Büyükhatoğlu, 2006). Yetiştiricilikte temel amaç bir balığı en kısa sürede sofralık büyüklüğe ulaştırmaktır. Proteinler ve enerji hammaddeleri (lipid, karbonhidrat) ile uygun vitamin ve mineraller büyüme olayını desteklemektedir. Çoğunlukla yemin kalitesi (besin maddelerinin dengesi, enerji içeriği), çevresel koşullar (su sıcaklığı, oksijen içeriği, su akışı v.s.) büyümeyi önemli ölçüde etkileyen faktörlerdir (Budy ve diğ., 2002). Bir canlının yaşamsal faaliyetlerini devam ettirebilmesi için uygun çevre koşullarının sağlanması ve dengeli beslenmesi gerekir. Karma yem kavramının ve yem endüstrisinin doğmasıyla balık besleme konusundaki birçok problem de çözüme kavuşmuştur. Balık beslemede kullanılan yemler taze, kuru ve yaş olmak üzere üç formda hazırlanmaktadır (Sarı ve Çakmak, 1996). Yemlerin yapıları birbirlerinden çok farklı formlarda olmalarına rağmen hepsi beslenecek balık türünün yaşam evrelerine göre değişen miktarlarda protein, karbonhidrat, yağ,

vitaminler, mineraller, antioksidanlar ve çeşitli yem katkı maddelerinden oluşmaktadır (Kop ve Korkut, 2002).

Beslemede kullanılan yem atıklarının temizlenmemesi, stok yoğunluğundan kaynaklanan oksijen sarfıyatı, su sıcaklığındaki ani değişimler ve diğer birçok olumsuz faktörün biri veya birkaçı bir araya gelip balıkta stres oluşturmakta ve balığın fizyolojisini bozarak hastalıklara karşı savunma sistemini zayıflatmaktadır. Kültür ortamında stres yapıcı etkinliklere izin verilmemeli ve özellikle ortam şartlarının (sıcaklık, oksijen, debi vs.) ani değişimlerini önlemek için koruyucu tedbirler alınmalıdır (Casirola ve Ferraris, 1997; Moraes, 2004).

Entansif yetiştiricilikte oluşabilecek stres faktörlerini önleyecek müdahaleler balığın immun sistemini güçlendirecek yönde olmalıdır. Balık yemleri için son yıllarda kimyasal yapıdaki katkı maddeleri yerini bitkisel kökenli doğal katkı maddelerine bırakmaya başlamıştır. Bu maddelerin en önemlilerinden biri, gerek yem koruyucu, gerekse balığın bağışıklık sistemini destekleyip koruyan antioksidan maddelerdir (Aydın, 2003; Benzie, 2003; Moraes, 2004).

Balıkta oksijen tüketimi, enerji dönüşüm işlemlerinin yani metabolizmanın belirgin bir kriteridir. Alabalık yetiştiriciliğinde suyun çözünmüş oksijen konsantrasyonu oldukça önemlidir. Birim zamanda birim balık ağırlığı başına tüketilen oksijen, miligram olarak ifade edilmektedir. Alabalıklar oksijen yetersizliğinden en çok etkilenen balık türlerinden biridir ve hayati fonksiyonlarını sürdürmeleri için sudaki doymuş oksijenin kritik değeri, 5-6 mg/l' dir (Çetinkaya, 1995).

Hemen hemen tüm çok hücreli canlı sistemler için oksijen vazgeçilmez bir yaşam kaynağıdır. Ancak oksijen molekülünün dış yörüngesine eşlenmemiş elektronlar eklenmesi, tahrip etkisi yüksek, toksik bileşikler olan serbest oksijen radikalleri meydana getirmektedir. Bu radikaller aerobik hücrelerin tüm fonksiyonlarında, metabolizma sırasında ve immun sistemi zorlayan şartlar altında (stres unsurları, hastalıklar gibi) yan ürünler olarak ortaya çıkıp hücrelerde hasarlar meydana getirmektedirler (Nazıroğlu ve Günay, 1999; Bray, 2000; Gök ve diğ., 2006).

Antioksidanlar, katkı maddelerinin en önemlileri arasında yer almaktadır. Antioksidanlar, serbest radikalleri nötralize ederek organizmayı koruyan maddelerdir. (İbrahim ve diğ., 2000; Düzgüner, 2005; Gök ve diğ., 2006). Butylated hydroxytoluene (BHT), butylated hydroxyanisole (BTH) ve ethoxyquin gibi antioksidan maddeler hayvan beslemesinde en çok kullanılan sentetik antioksidanlardır. Son yıllarda yapılan araştırmalar

yemlere antioksidan katılmasının canlı gelişimi üzerinde birçok yararının olduğunu ortaya çıkarmıştır. Sentetik ve doğal antioksidanların birçok canlının gıda maddesine ekleme çalışmaları, su ürünleri üretim ve yetiştiriciliğinde de önem kazanmaktadır (Aydilek ve Aksakal, 2003; Başer ve Hüsnu, 2002). Sentetik antioksidanların, yemlerde oluşan oksidasyonu engellediği ancak organizmanın mitokondri ve hücre membranındaki lipid peroksidasyonunu etkilemediği belirlenmiştir (Barım Öz, 2005).

Vitaminler, hayvansal organizmaların fizyolojik fonksiyonlarını sürdürebilmeleri için çok az miktarları bile gerekli olan, çoğu organizmada sentezlenemeyen ve dışarıdan alınması zorunlu olan biyo-katalizör maddelerdir (Gür, 1996; Köprücü ve Özdemir, 2002). Hayvansal organizma vitaminlerin çoğunu sentezleyemediğinden, bu maddelerin büyük bir kısmını mutlaka dışarıdan almak zorundadır. Bu nedenle organizmanın normal fonksiyonunu yapabilmesi için bu maddelerin alınan besinlerde belirli düzeylerde bulunması gerekmektedir (Blom ve diğ., 1999). Organizmada oluşan anabolik ve katabolik olayları, tüm metabolizmayı etkileyen ve bir kısmı enzimlerin aktif gruplarında yer alan, yokluğu ve yetersizliği fizyolojik fonksiyonların durmasına ya da önemli ölçüde azalmasına neden olan bu maddelere karşı ilgi artmış ve bilimsel araştırmalara konu olmuştur (McCarthy ve diğ., 2001; Vandana ve diğ., 2006). Bazı vitaminlerin antioksidan olmaları nedeniyle günümüzde gelişen teknolojiyle gıdalara ilave edilmek suretiyle en çok tüketilen maddelerdendir (Toker, 2004). Vitaminler, yağda (A, D, E, K) ve suda eriyenler (B grubu vitaminler, C vitamini) olmak üzere iki grupta incelenirler. Vitamin A, E ve C önemli antioksidan vitaminlerdir. Özellikle E vitamini biyolojik sistemlerin en önemli serbest radikal gidericisidir (Ersoy ve Bayşu, 1996; Emate ve diğ., 2000; Naziroğlu ve diğ., 2000; Kashif ve diğ., 2003).

Tüm canlıların antioksidan savunma sistemlerinde olduğu gibi balıkların da, antioksidan enzim (süperoksit dismutaz (SOD), katalaz, glutatyon peroksidaz (GP) gibi) aktiviteleri çevresel şartlara (suyun sıcaklığı, oksijeni, mevsimsel değişimler, stok yoğunluğu, kirlilik, gürültü, ışık gibi) ve yemleme stratejisine bağlı olarak değişim gösterdiği birçok araştırmayla tespit edilmiştir. Kültür şartlarında yapılan yetiştiricilikte, gökkuşağı alabalıklarının rasyonlarına stres faktörlerinin bertaraf edilmesi amacıyla A, C ve E gibi antioksidan vitaminlerin katılmasının balığın gelişimi üzerinde birçok olumlu etkilerinin olduğu yapılan araştırmalarla ortaya çıkmıştır (Parihar ve diğ., 1997; Zhang ve Omley, 2001 (b); Ritola ve diğ., 2002).

Çeşitli balık türlerinde yapılmış olan rasyon çalışmalarında vitamin A ihtiyaç düzeyleri, gökkuşağı alabalıkları ve salmonlar için 1000-3500 IU/kg, sazan türleri için 4000-20 000 IU/kg, kanal yayın balıkları için 2000-2500 IU/kg olarak belirlenmiştir (Conklin, 1995; Mohammed ve diğ., 2003). Rasyona katılan doymamış yağ oranları göz önüne alınarak yapılan rasyon çalışmalarında vitamin E ihtiyaç düzeyleri ise gökkuşağı alabalıkları için 25-100 mg/kg, Atlantik salmonu için 120 mg/kg, kanal yayın balığı için 30-50 mg/kg, sazan türleri için 200-300 mg/kg, Nil tilapia balığı için 50-100g/kg olarak belirlenmiştir (Sau ve diğ., 2004).

Havuzların yenmeyen yemler, metabolizma atıkları ve özellikle yaz mevsiminde sıcaklığın artması gibi nedenlerle sudaki çözünmüş oksijen düzeyinin düşmesi, alabalık yetiştiricilik ortamlarında olağan stres faktörleridir. Sudaki çözünmüş oksijenin tükenmesine bağlı stres faktörleri, balıklarda solunum güçlüğü, beslenmede düzensizlik ve uzun süreli oksijen yetersizliği sonucunda ölümler meydana getirmektedir. Böyle durumlara çözüm aramak amacıyla oksijen stresi altındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının büyüme, yem değerlendirme ve bazı dokularına A ve E vitaminlerinin etkilerinin araştırılması planlanmıştır.

Bu amaçla araştırmada, düşük oksijen (4,5 mg/l) düzeyinde ve optimal oksijen düzeyinde (7,5 mg/l) gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavrularının rasyonlarına farklı oranlarda A ve E vitamini katılmasının; ağırlık artışı, total boy, 15 günlük canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü, yem dönüşüm oranı (YDO), protein etkinlik oranı (PEO), protein değerlendirme indeksi (PDİ), plazma süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesi ve kas, karaciğer, böbrek dokularında ve kanda A ve E vitamin birikim düzeylerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. LİTERATÜR

2.1. Stres

Stres, canlı sistem üzerine uyarımların etkisi sonucunda canlının bu uyarımlara verdiği tepkidir. Hayvanların stres faktörlerine karşı gösterdikleri direnç fizyolojik, metabolik, endokrinolojik, immunolojik ve psikolojik açıdan büyük farklılıklar göstermektedir (Değirmencioğlu ve Ak, 2003). Stresle beraber kortikosteroid salgısının artması sonucu elektrolit-su dengesi, karbonhidrat, lipid ve protein metabolizması gibi vücut fonksiyonları etkilenirken, lenf doku aktivasyonundaki azalma nedeniyle immun sistem zayıflamaktadır (Dominguez ve diğ., 2004; Moraes, 2004; Ashly, 2006).

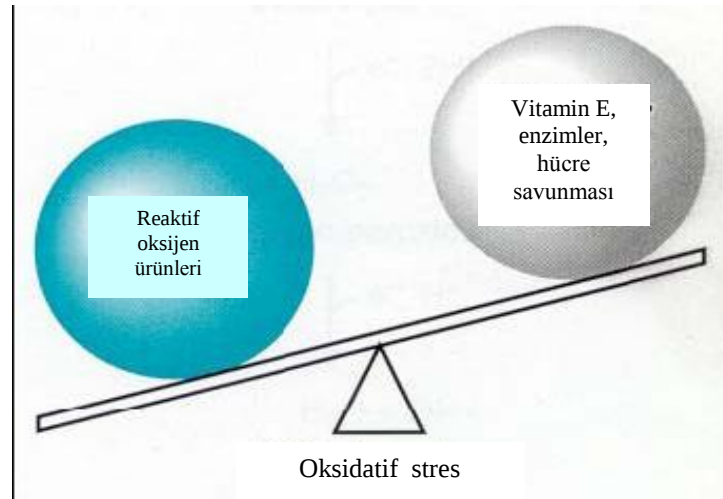
Canlı organizma gerek dış ve gerekse iç etkilerle uyarılması ile her an zorlanmaktadır. Balık yetiştiriciliğinde, elle müdahale, gürültü, aşırı stok yoğunluğu, su sıcaklığındaki ani değişimler, çözünmüş oksijen konsantrasyonundaki ani düşüş ve artışlar balıklar da akut stres oluşturmaktadır (Tort ve diğ., 2004; Barry, 1994). Akut stres periyodunda kortikosteroid düzeyi 24 saat içinde eski seviyesine dönebilmektedir. Uzun süreli akut stres balıkları kronik stres periyoduna itmekte ve bu durumda kortikosteroid düzeyi günlerce ve bazen haftalarca yüksek seviyelerde kalmaktadır (Iwama, 2004; Woods ve diğ., 2004).

Balığın stres unsuruna verdiği ilk cevap davranışsal olarak gözlenir. Davranışsal cevap kortizol hormonunun karaciğerden, adrenalın hormonunun ise böbrek üstü bezlerden salgılanmasını tetikleyerek endokrin cevabı başlatmakta ve kan yoluyla dokulara taşınan bu hormonlar, hücrelerde metabolik aktiviteyi hızlandırıp enerji gereksinimini artırmaktadır (Iwama, 2004). Stres unsuru, metabolik aktiviteler üzerinde etkili olmaya başladığı zaman fizyolojik cevap olarak hücrelerde birçok biyokimyasal ve kimyasal değişimler meydana getirir. Bu değişimler metabolizmada geri dönüşümlü veya dönüşümsüz hasarlara neden olup balığın büyüme, solunum, gelişim, üreme gibi birçok hayati fonksiyonu sınırlayarak homeostatik dengenin bozulması ve tekrar kurulamaması sonucu ölüm meydana getirmektedir (Henrique ve diğ., 1998; Morales ve diğ., 2004).

2.2. Oksidatif Stres

Bütün canlılar için vazgeçilmez bir element olan oksijen; hidrojen, karbon, nitrojen ve kükürt ile birlikte organik moleküllerin temel yapı taşlarını oluşturur (Morales ve diğ., 2004; Yazıcı ve Köse, 2004; Aşıcıoğlu, 2005). Ancak aerob canlıların tüm hücrelerinde

gerçekleşen metabolik reaksiyonlar için gerekli olan oksijen, aynı zamanda çok tehlikeli toksik formlar olan reaktif oksidan ürünlere (ROS) dönüşebilmektedir (Fang ve diğ., 2002; Gök ve diğ., 2006; Tekkeş, 2006). Zaman zaman oksidan moleküller, belirli düzeyin üstüne çıkarak reaktif oksijen ürünlerinin oluşumunu durdurulamamakta ve antioksidatif defans mekanizma dengesini bozmaktadır (Şekil 1.2) (Yıldız ve Çamsan, 2002; Riccarelli ve diğ., 2007; Wang ve diğ., 2006). Oksidatif stres, reaktif oksijen ürünlerinin oluşumu ve antioksidan defans mekanizması arasındaki dengesizlik sonucu oluşan metabolik süreçteki aksamalardır. Herhangi bir canlı türünün aerob bir ortamda yaşayabilmesi için oksijeni metabolize etmese bile, oksijen kaynaklı reaktif ürünleri inaktive edebilecek koruma mekanizmasına sahip olması gerekmektedir (Kashif ve diğ., 2003; Dabrowski ve diğ., 2004; Memişoğulları, 2005).



Şekil 2.1 Oksidatif stres oluşumu (Jhonsson, 2003).

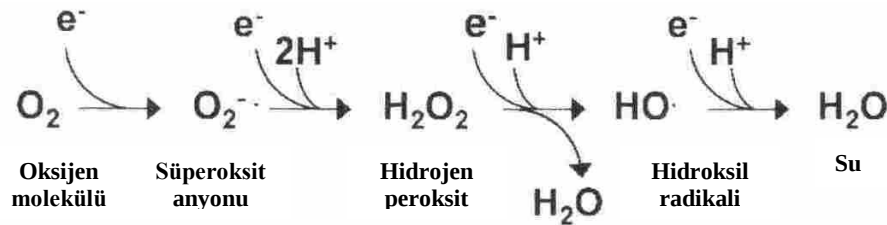
2.3. Serbest Radikaller

Hücrelerde meydana gelen tüm metabolik aktivitelerde serbest radikaller oluşabilmektedirler. Serbest radikaller veya oksidanlar, dış orbitallerinde bir ya da daha fazla eşlenmemiş elektron bulunan, kısa ömürlü, reaktif atom, iyon veya moleküllerdir (Brauner, 1999; Çelik ve Yılmaz, 1999; Choi ve diğ., 2004). Radikaller, elektririk yükü olarak pozitif, negatif ve nötr olabilirler. Serbest radikaller bu ortaklanmamış

elektronlarından (negatif yüklü elektron sayısının, pozitif yüklü proton sayısı ile eşit olmayan) dolayı oldukça reaktif olup, çevrelerindeki atom ve moleküllere saldırırlar. Çok kısa ömürlü olmalarına rağmen, radikal olmayan maddeler ile reaksiyona girip ve bir dizi reaksiyon başlatıp onları da radikal moleküllere dönüştürüp oldukça tehlikeli durumlar oluşturabilirler (Bray, 2000; Kılıç ve Kılıç, 2002; Mercan, 2004). Bilindiği gibi organizmada enerji açığa çıkması, metabolik süreçlerde ortaya çıkan serbest elektronların bir sistemden diğerine aktarılmasının sonucudur. Aktarılma esnasında elektron transfer zincirinden sızan elektronların oluşturduğu oksiradikaller (Şekil 1.3) hücrelerde bütünlük ve geçirgenlik bozuklukları oluşturabilmektedir (Fang ve diğ., 2002; Morales ve diğ., 2004; Şentürk, 2004).

Organizmada en aktif radikal üreticiler fagositik hücrelerdir. Membranı oluşturan fosfolipitler, glikolipitler, gliseritler, DNA, doymamış yağ asitleri ve membran proteinleri gibi oksitlenebilen tüm hücre elemanları radikaller için çekici hedeflerdir (Yazıcı ve Köse, 2004; Fernandes ve diğ., 2004; Aksoy ve diğ., 2005; Halifeoğlu ve diğ., 2005).

Serbest radikaller, metabolizmada oksidasyon ve redüksiyon sırasında veya çevresel kaynaklı olarak (ilaç toksikasyonu, iyonize veya ultra viyole radyasyon vs.) sürekli oluşabilirler (Ersoy ve Dilek, 1999; Karafakoğlu ve Sunucu, 2004; Gök ve diğ., 2006; Nalbant, 2006). Hücrelerin oksidan enzim faaliyetleri sonucu, süperoksit anyonu, singlet oksijen, ksantin oksidaz, aldehit oksidaz, hidrojen peroksit, hidroksil radikali, alkoksil radikali, peroksil radikali, lipid hidroperoksit ve fagositik, kupffer ve endotel hücrelerinde meydana gelen metabolik faaliyetler sonucu oluşan fagositler ve nitrik oksit oluşan önemli serbest radikal türleridir (Parihar ve diğ., 1997; Hagfors ve diğ., 2003; Şentürk, 2004; Lukaski, 2004; Heiske, 2005).



Şekil 2.2 Serbestleşen oksijen moleküllerinin oluşturduğu radikaller (Heiske, 2005).

2.4. Serbest Radikallerin Organizma Üzerindeki Etkileri

Serbest radikaller başta membran fosfolipidleri, proteinler ve nükleik asitler olmak üzere tüm biyomolekülleri etkileyerek, çeşitli düzeylerde doku hasarlarına yol açarlar (Benzer, 2001; Wang ve diğ., 2006). Oksidanların aşırı birikimleri, organizmanın defans mekanizması gücünün aşılması sonucu hücrelerde; membran lipidlerini bozarak viskozite ve geçirgenliğin artması ve buna bağlı seçici geçirgenliğin bozulması, enzim aktivasyonu ve iyon transferindeki aksaklıklar, demir iyonu ile reaksiyona girip proteolizis oluşumu, DNA'da sakkarit halkalarının kopması sonucu mutasyonlar, bazlarda modifikasyonlara bağlı translasyon hataları gibi hayati olayları engelleyici reaksiyonlar gerçekleştirirler (Wejil ve diğ., 1997; Bray, 2000; Ibrahim ve diğ., 2000; Şentürk, 2004; Atlan ve diğ., 2006). Tüm canlılarda olduğu gibi balıklarda da serbest radikaller doku ve organlarda çeşitli fonksiyonel aksaklıklara neden olmakta ve ağır seyreden durumlarda ölümler meydana getirmektedir (Moraes, 2004; Fernandes ve diğ., 2004; Ozmen ve diğ., 2004; Ashly, 2006).

Serbestleştiği takdirde radikaller bulabildiği her sistemden elektron kopartmaya çalışmakta, özellikle mitokondri ve hücre membranına lipid peroksidasyonu yoluyla hasar vermektedirler (Şentürk, 2004; Atlan ve diğ., 2006). Doymamış yağ asitleri serbest radikallerin yoğun saldırı hedefleridir. Lipid hidroperoksitlerin membranda birikimleri sonucu, membran fonksiyonları bozulur ve hücre kollabe olur. Ayrıca lipid hidroperoksitler yıkıldığında zararlı olan aldehitler oluşur. Bu ürünler ise hücreyi mutajenik ve toksik olarak etkilemektedir (Akgün, 1996; Ersoy ve Dilek, 1999; Düzgüner, 2005).

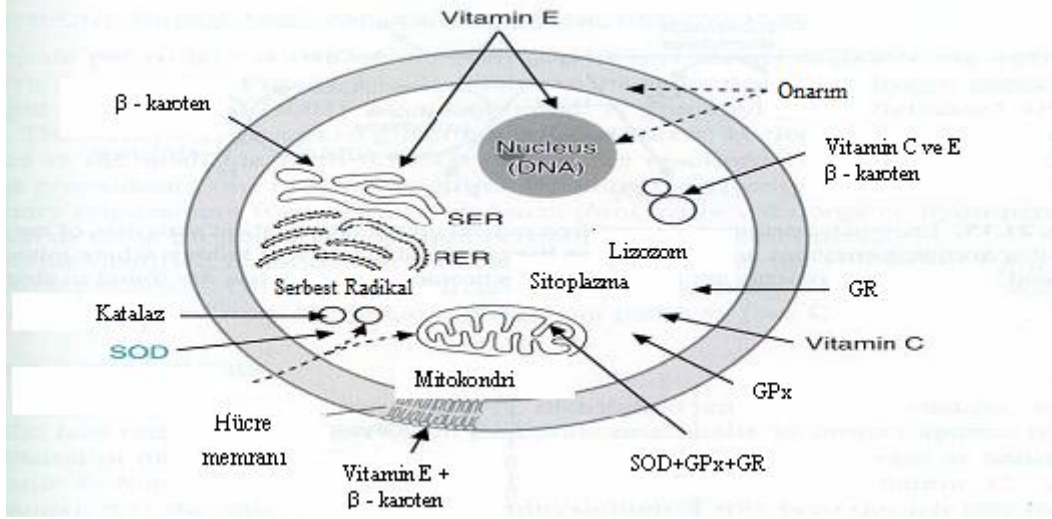
Proteinler, serbest radikallere karşı lipidlerden daha az hassastır. Proteinler, oksidasyona uğramasıyla fragmentasyon, çapraz bağlanmalar ve agregasyona uğramakta, enzimler inaktive olabilmekte bunun sonucu olarak ciddi metabolizma bozuklukları oluşabilmektedir (Wejil ve diğ., 1997; Fang ve diğ., 2002).

Karbonhidratlar fizyolojik şartlarda otooksidasyona uğrayarak, süperoksit ve hidrojen peroksiti meydana getirirler. Karbonhidratların otooksidasyonu sonucu bazal membran kalınlaşması ve sonuçta katarakt gibi bozukluklar ortaya çıkmaktadır (Ibrahim ve diğ., 2000; Yazıcı ve Köse, 2004; Riccarelli ve diğ., 2007).

Reaktif oksijen ürünü olan hidroksil radikali, en etkili radikal olup nükleotitlerle reaksiyona girer ve hücre membran bariyerini kolayca geçip DNA'yı mutasyona uğratabilmektedir (Collins ve diğ., 2001; Tekkeş, 2006; Wang ve diğ., 2007).

Balıkların normal hareketleri sırasında enerji gereksinimi için kas hücrelerinin mitokondrinde sürekli serbest radikal üretilir. Balıklarda serbest radikal üretiminde kaslardan sonra gelen diğer önemli organlar karaciğer ve böbrek hücreleridir (Wang ve diğ., 2006). Karaciğer, sindirilen besinlerin vücut tarafından kullanılmak üzere gerekli doku ve organlara gönderildiği, depolandığı (glikojen, trigliseritler, vitamin A), sentezlendiği (safra üretimi, fibrinojen, lipoprotein, albumin, protrombin), zararlı maddelerin oksidasyon, metilasyon ve konjugasyonla inaktive edildiği ve birçok metabolik aktivitenin gerçekleştiği sindirim sistemi ile dolaşım sistemi arasında bağlantıyı sağlayan önemli bir organdır (Karatepe, 2005). Böbrekler ise vücudun sıvı ve elektrolit dengesini sağlayan, aynı zamanda renin ve eritro proteinin üretildiği bir organdır. Yoğun metabolik aktivitelerin gerçekleştiği bu organlar serbest radikal hedefleri olup, göz, yumurtalık, kalp, beyin gibi organlarda da serbest radikal oluşumları önemli hasarlara neden olabilmektedir (Kolaylı ve Keha, 1999; Ersoy ve Dilek, 1999; Filho, 2007). Mitokondrilerde, oluşan serbest radikal üretimleri önlenemez veya durdurulamazsa mitokondriyal membran kollapsı ve takiben ATP kaybı meydana gelebilmektedir (Benzer, 2001; Filho, 2007).

Doku ve organlardaki oksiradikal üretim kapasitesi farklılık göstermektedir. Örneğin; beyaz kaslarda mitokondrilerin hacimlerinin az olması, metabolizma sırasında oluşan oksiradikallerin yoğunluklarının düşük olmasını sağlamaktadır. Ayrıca beyin, karaciğer, böbrek gibi organlarda oksiradikal üretimi fazla olması nedeniyle bu organlarda etkili koruma mekanizması gelişmiştir. Serbest radikallerin yol açtığı hücresel hasar, vücudun savunma mekanizmalarının etkinlik derecesine bağlıdır (Wejil ve diğ., 1997; Öz, 2002; Johansson, 2003). Savunma mekanizmasındaki tüm enzim ve nonenzim yapılar, radikalleri stabil metabolitlere dönüştürerek baskılama reaksiyonları başlatırlar. Aksi takdirde hidroksil, süperoksit, nitrit oksit, lipid peroksit gibi radikaller önemli derecede hücrelere difüze olup doku hasarlarına neden olurlar (Çavdar ve diğ., 1997; Ashly, 2006; Wang ve diğ., 2007). Hücrelerde antioksidan savunma mekanizması Şekil 1.4' de gösterilmiştir (Johansson, 2003).



Şekil 2.3 Hücrenin antioksidan savunma mekanizması (Johansson, 2003).

2.5. Gökkuşluğu Alabalıklarının Beslenmesinde A ve E Vitaminlerinin Önemi

Alabalıklar beslenme alışkanlığı yönünden karnivor balıklar olup doğal ortamdaki besinlerini yumuşakçalar, sinek larvaları, böcekler ve balık yavruları gibi canlılar oluşturmaktadır (Çelikkale, 1994; Moeller ve Robert, 2001).

Yetiştiricilik ortamında alabalıkların besin ihtiyaçları, balığın biyolojik aktivitesi (balığın yaşı, cinsel olgunluk dönemi, stok yoğunluğu gibi) ve çevresel faktörlere (suyun sıcaklığı, akım hızı, alkalinite, çözünmüş oksijen konsantrasyonu, kirlilik, vb.) bağlı olarak değişmektedir (Budy ve diğ., 2002; Çelikkale, 1994; Sarı ve Çakmak, 1996).

Vitaminler enerji içeriği olmayan ancak canlıların tüm yaşamsal faaliyetlerinin sürekliliği ve immun sistem faaliyetleri için dışardan alınması zorunlu (esansiyel) olan organik bileşiklerdir. Tüm balık türlerinde olduğu gibi gökkuşluğu alabalığında vitaminler, organizmanın fizyolojik fonksiyonlarını sürdürebilmeleri için dışarıdan alınması gereken zorunlu biyokatalizör maddelerdir. Gıdalarla miligram ve mikrogram gibi çok az düzeylerde alınan vitaminler organizmadaki tüm biyokimyasal reaksiyonları yönlendirmektedir (Akkan, 1999; Montero ve diğ., 2001; Lukaski, 2004). Alabalıklarda vitamin ihtiyacı tür, canlı ağırlık artışı, büyüme hızı, su sıcaklığı, metabolik fonksiyonlar, stres ve hastalık gibi faktörlere göre değişmektedir. Soğuk su karnivor balık türleri ılık su omnivor balık türlerinden daha fazla vitamin gereksinime sahiptirler. İhtiyaç duyulan tüm vitaminleri ihtiva eden vitamin premiksleri gökkuşluğu alabalığında rasyonlarına %1 civarında katılmaktadır (Çetinkaya, 1995; Kolontz, 1991; Montero ve diğ., 2001).

2.6. Antioksidanlar

Antioksidanlar, oksijenin tahrip edici reaksiyonuna (oksidasyon) karşı koruyucu özellik gösteren maddelerdir. Organizmanın gerek iç (sindirim, solunum, hastalık, yaralanma vb.) ve gerekse dış (çevresel faktörler) etkenlerle sürekli uyarılmakta ve zorlanmaktadır. Bu zorlanmalar sırasında ve sonrasında oluşan oksidan moleküller hücrelere ve dokulara saldırarak tahribata neden olmaktadır (Qiles ve diğ., 2002; Bera ve diğ., 2005; Sun ve Hu, 2005). Organizmada, reaktif oksijen türlerini ve diğer prooksidanları, düşük molekül ağırlıklı serbest radikal gidericiler ve antioksidan enzimlerle sürekli etkisizleştiren bir sistem mevcuttur. Reaktif oksijen türlerine karşı hücre içi ve hücre dışı enzim ve nonenzim (enzim olmayan) savunma mekanizmasına antioksidan savunma sistemi denilmektedir (Akgün, 1996; Ritola ve diğ., 2002; Aydılek ve Aksakal, 2003; Morales ve diğ., 2004; Bera ve diğ., 2005; McLean ve diğ., 2005).

Antioksidanlar 4 farklı mekanizma ile oksidanların zararlarını önlerler (Wang ve diğ., 2007; Şentürk, 2004; Memişoğulları, 2005):

1. Temizleme etkisi: Enzimler tarafından oksidan molekülleri zayıf hale getirilmesi ve oksijen ile reaksiyona girerek ya da onun yerini alıp lokal oksijen konsantrasyonunu azaltabilmeleri,
2. Baskılama etkisi: Oksidanlara bir hidrojen molekülü verilerek hidroksil radikali yapısında yer alan hidrojen atomları ile bağ oluşturabilecek yapıdaki ürünleri temizleyip peroksidasyonun başlamasının önlenmesi,
3. Onarma etkisi: Serbest radikallerin oluşturduğu hasarları onarabilmeleri,
4. Zincir koparma etkisi: Oksidanları bağlayarak fonksiyonlarını engelleyen bu etki hemoglobin, seruplazmin ve E vitamini tarafından yapılır. Zincir kırıcı antioksidanlar arasında fenoller, aromatik aminler ve en yaygın olan α - tokoferoller yer almaktadır.

2.7. Antioksidan Savunma Mekanizmaları

Balıklarda hücre içi enzim yapısına sahip antioksidanlar; süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (KAT), glutatyon peroksidaz (GPx), glutatyon-S-transferaz, glutatyon redüktaz (GR) enzimleridir (Kolaylı ve Keha 1999; Heiske, 2005; Filho, 2007).

Hücre içi nonenzim lipid faz antioksidanlar; vitamin E (α - tokoferol formu), β -karoten (vitamin A'nın ön maddesi)'dir. Vitamin C (askorbik asit), urat, sistein, bilirubin, albumin, transferrin, flavanoidler, glutatyon hücre içi sıvı faz nonenzim antioksidanlardır

(Naziroğlu ve diğ., 2000; Benzer, 2001; Quiles ve diğ., 2002; Morales ve diğ., 2004; Aksoy ve diğ., 2005).

Hücre dışı antioksidan maddeler; ksantin oksidaz, soya fasülyesi, NADPH oksidaz, demir redox döngüsü inhibitörleri, sitokinler, butylated hydroxyanisole gibi besinsel katkı maddeleridir (Akgün, 1996; Benzer, 2001; Tekkeş, 2006).

2.7.1. Antioksidan Vitaminler

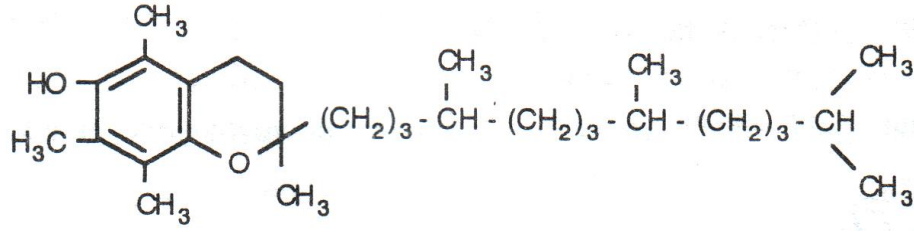
Lipid faz antioksidan olan vitamin E (α - tokoferol formu) ve β -karoten (vitamin A'nın ön maddesi), vitamin A, sıvı faz toplayıcısı olan vitamin C antioksidan vitaminlerdir. Vitaminler, enzimatik reaksiyonlarda kofaktör olarak görev yaparlar. Antioksidan vitaminler bu görevlerinin yanı sıra oksidan moleküllerinin zararlı etkilerinden organizmayı korurlar (Blom ve diğ., 1999; Zhang ve Omley, 2001(a); Aksoy ve diğ., 2005; Vandana ve diğ., 2006).

2.7.1.1 Vitamin A'nın Genel Özellikleri

A vitamini tabiatla pek bulunmamakla beraber, hayvan dokularında retinol (alkol), retinal (aldehid) ve asit (retinoik asit) olarak üç formda bulunur ve kimyasal olarak $C_{20}H_{30}O$ yapısına sahiptir (Şekil 1.5) (Karatepe, 1997; Redge ve diğ., 1997; Collins ve diğ., 2001; Mohammed ve diğ., 2003). Vitamin A organik eriticilerde ve birçok sıvı yağda erir. Ultra viyole ışınlarına, oksijene, oksidanlara, ağır metallere karşı hassastır. Saf haldeki vitamin A açık sarı kristaller halindedir (Ersoy ve Bayşu, 1986). Hayvansal bir ürün olan vitamin A, özellikle karaciğerde depo edildiği için balık karaciğerinden elde edilen yağlar, balık unu gibi gıdalar en zengin vitamin A kaynaklarıdır. Bunun dışında yumurta sarısı ve süt yağında da bol olarak bulunur (Goodman, 1980; Parker, 1988; Lukaski, 2004).

Hayvan dokularında vitamin A'ya dönüştürülebilen maddelere provitamin A (vitamin A'nın ön maddesi) denilmektedir. Provitaminler, bitkisel hücrelerde sentezlenen karotinlerdir (α , β , γ). Alfa, beta, gama karotinler, kriptoksantin ve bir kısım alglerde görülen mikzoksantin provitamin aktivitesine sahip olmakla beraber, sarı mısırdaki bulunan zeaksantin ve yeşil bitkilerde bulunan ksantofiller provitamin A etkisine sahip değildirler. Vitamin A aktivitesi en yüksek olan β -karoten'dir (Dutt, 1980; Özgen, 1990; Page ve Davies, 2002).

Retinol ve β -karoten oksidasyona duyarlıdır bu nedenle sentetik vitamin A kaynakları palmitat, asetat veya propiyonat esterleri gibi dayanıklı formlar balık rasyonlarında kullanılmaktadır. 1 IU vitamin A elde edilebilmesi için, 0,3 μg vitamin A alkole, 0,344 μg vitamin A asetata, 0,55 μg vitamin A palmitata veya 0,6 μg β -karotene gerek vardır (Ersoy ve Bayşu, 1986).



Şekil. 2.4 A Vitaminin kimyasal yapısı (Sarı ve Çakmak, 1996)

2.7.1.2. Vitamin A'nın Antioksidan Etki Mekanizması

Vitamin A antioksidan özelliği yanında prooksidan özelliği olan bir vitamindir. Prooksidan özelliği ile serbest radikal oluşumunu minimum düzeye indirmeye özelliğine sahiptir (Nazıroğlu ve diğ., 2000). Hayvanlarda olduğu gibi balıklarda da β -karoten aktivitesi vitamin A aktivitesinden fazladır. β -karoten, α -tokoferol gibi yağda eriyen bitkisel kaynaklı doğal bir antioksidandır ve vitamin E varlığında antioksidan etkisi daha belirginleşmektedir. Ancak vitamin A'nın retinol formu ve β -karoten oksidasyona karşı vitamin E kadar dayanıklı değildir (Paloza ve diğ., 2003). Biyolojik membrana ve doku lipidlerine saldıran serbest radikalleri α -tokoferol ve vitamin C (askorbik asit) ile beraber baskırlar (Zhang ve Omley, 2001 b; Goodman, 1980; Rao ve Rao, 2007). Vitamin A, singlet oksijen gibi serbest radikal türlerini inaktif hale getirip hücreyi lipid peroksidasyonuna ve DNA hasarına karşı korumaktadır (Abdullah ve diğ., 1987; Lukaski, 2004).

2.7.1.3. Vitamin A'nın Fizyolojik Fonksiyonları ve Metabolizması

Vitamin A'nın başlıca fizyolojik fonksiyonu gözün retina tabakasında gelişen fotokimyasal reaksiyonlarda görev alan rodopsin maddesini oluşturmak için opsin maddesiyle birleşmektir (Ersoy ve Bayşu, 1986; Hu ve diğ., 2005; Kennet ve diğ., 1984). Vitamin A'nın diğer önemli fonksiyonu ise büyüme üzerine olan etkisidir. Epitel ve sinir

dokusu için gerekli bir vitamin olup, epitel dokunun görevinde meydana gelebilecek aksamalar solunum yolları ve üreme organları üzerinde fonksiyon bozukluklarına neden olabilmektedir (Redge ve diğ., 1997; Munzuroğlu ve diğ., 2000). Vitamin A, mukopolisakkaritlerin oluşumuna katılmak suretiyle mukoz membranı korur. Ayrıca, kemiklerin gelişimini ve enfeksiyonlara karşı korunmayı sağlayan vitamin A; burun, göz, sindirim sistemi, akciğer gibi salgı yapma özelliğine sahip dokulardaki hücreler için gereklidir (Özgen, 1990; Redge ve diğ., 1997; Gündüz ve diğ., 2002).

Karotenler safra asitleri ile bağırsaklardan emilirler ve orada bulunan karotinaz enzimi ile kısmen vitamin A (retinol form)' ya çevrilirler. İnsanlar ve genel olarak hayvanlarda karaciğer bu dönüşümün başlıca yeridir. Bazı hayvanların karotenleri vitamin A' ya çevirme yetenekleri farklıdır. Örneğin; kedilerde bu dönüşümü gerçekleştirecek metabolizma yokken, ineklerde bu metabolizma çok gelişmiştir (Thamson ve diğ., 1999; Fang ve diğ., 2002). Balıklarda bu durum su sıcaklığına göre değişim göstermektedir. Örneğin, soğuk su balıkları β -karoteni 14 °C'de değerlendirebilirken, 9 °C'de değerlendirememektedir.

Alabalık türlerinde ihtiyaç fazlası alınan vitamin A ve karotenler diğer yağda eriyen vitaminler gibi karaciğerde depo edilirler. Karaciğerde, protrombin yapımını azaltarak kanamalara neden olur. Alabalık yumurtalarının sarı-turuncu rengini veren vitamin A ve karotenlerdir (Sarı ve Çakmak, 1996).

Yetersizlik durumunda gözlerde aşırı kuruluk, katarakt, büyümede gerileme, kemik yapısında deformasyon, dalakta bozulma ve fekunditede düşüş alabalıklarda görülen önemli belirtilerdir (Sarı ve Çakmak, 1996; Gündüz ve diğ., 2002; Palozzo ve diğ., 2003).

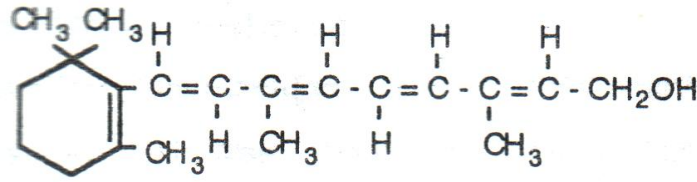
2.7.1.4. Vitamin E (α - tokoferol)' nin Genel Özellikleri

Vitamin E ilk olarak 1922 yılında kaliforniyada Katherine Scott BISHOP tarafından bulunmuştur. 1936 yılında ise Evans tarafından buğday tohumu yağından ekstrakte edilmiş ve tokoferol olarak tanımlanmıştır (Karatepe, 1997; Tekkeş, 2006).

Bitkisel kökenli doğal bir antioksidan olan vitamin E'nin en önemli dört formu sırasıyla (α , β , γ , δ) alfa, beta, gama, tetra tokoferolleridir. En yüksek antioksidan aktiviteyi gösteren form α -tokoferoldür (Şekil 1.6) (Naziroğlu ve Günay, 1999; Huang ve Huang, 2004) . Bitkilerin özellikle tohumlarında ve yeşil yapraklarında lipid tabaka içerisinde bulunurlar (Akkan, 1999). Yalnızca bitki hücreleri tarafından sentezlendikleri için hayvanların hücre ve dokularında bulunan vitamin E miktarı gıdalarla aldıkları vitamin E

miktarını yansıtmaktadır. Vitamin E formları, alkol, kloroform gibi organik çözücülerde çözünen, ultraviyole ışınlarına karşı hassas olan açık sarı renkte, yapışkan, kokusuz yağlardır (Konyalıoğlu, 2001; Yamamoto ve diğ., 2001; Barım Öz, 2005).

1 IU (internasyonal ünite) vitamin E biyolojik olarak 0,667 mg d- α -tokoferole eşittir. Aynı şekilde 1 IU vitamin E dl- α -tokoferole eşittir (Özgen, 1990).



Şekil 2.5 Vitamin E (α -tokoferol)' nin kimyasal yapısı (Sarı ve Çakmak, 1996)

2.7.1.5. Vitamin E'nin Antioksidan Etki Mekanizması

Tokoferoller yalnızca bitkiler tarafından sentezlendikleri için bitkisel gıdalarla alınarak canlılarda redoks sistem olarak etki gösterirler (Shiau ve Hsu, 2002). Hücre membranı ve mitokondri daha yüksek konsantrasyonlarda bulunup hücre içi ve hücrelerarası lipid peroksidasyonuna karşı hücreleri koruyarak dokuların yapı ve işlevlerini sağlarlar (Gündüz ve diğ., 2002; Muğlalı ve diğ., 2002; Johansson, 2003; Lukaski, 2004).

Metabolik antioksidan olarak tokoferoller, alyuvar gibi selüler, mitokondri gibi sub-selüler zarları fosfolipidlerin oksidasyonuna karşı koruyup lipid peroksidasyonu sırasında oluşan peroksil ve alkoksil radikalleri yağ asidi yerine α -tokoferole bağlanarak reaksiyon zincirini kırıp serbest radikallerin zararlı etkilerini önlerler (Fang ve diğ., 2002; Deniz ve diğ., 2004; Ricciarelli ve diğ., 2007).

Serbest radikal denilen oksidan molekülleri bloke edebilen E vitamini gibi bir antioksidanın eksikliğinde bu moleküllerin hücrelere saldırıp protein, lipid, karbonhidrat, nükleik asitler, DNA ve enzimler gibi hücre yapı elemanlarında geri dönüşümsüz hasarlar oluşmaktadır (Catigmani ve Bieri, 1983; Bai ve Gatlin, 1992; Arslan ve diğ., 1997). Tüm hayvanlarda olduğu gibi balıklarda da bu hücre tahribatları doku ve organlarda çeşitli fonksiyonel aksaklıklara neden olmakta ve ağır seyreden durumlar ise ölümle sonuçlanmaktadır (Zhang ve Omley, 2001 a; Chang ve diğ., 2004; Banudevi ve diğ., 2006).

2.7.1.6. Vitamin E'nin Fizyolojik Fonksiyonu ve Metabolizması

E vitamininin en önemli özelliği hücre zarını ve gıda maddelerini doymamış yağ asitlerinin oksidasyonuna karşı korumaktır (Akkan, 1999; Harlıoğlu ve Köprücü, 2000; Aksoy ve diğ., 2005; Trenzato ve diğ., 2006).

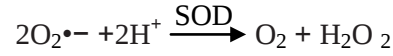
Vitamin E sindirim kanalında hidrolize olarak bağırsaklarda yağda eriyen bir vitamin olduğu için safra mevcudiyetinde emilerek lenf sistemine katılırlar. Lenf sisteminden kan dolaşım sistemine geçerek lipoproteinlerle doku ve organlara taşınırlar. Pankreas enzimi olan lipaz, vitamin E esterlerinin hidrolizini gerçekleştirir (Huang ve Huang, 2004; Vandana ve diğ., 2006). Diyetle alınan E vitamininin bir kısmı doku yağlarında depo edilmektedir. Balıklarda E vitamini en fazla böbrek yağı, karaciğer, kalp gibi organlarda birirmektedir. Fazlası ise idrar yoluyla atılmaktadır. Diyetlerle alınan E vitamininin %20-30 kadarı emilir. Ancak vücut bunun % 1-5 kadarını değerlendirebilmektedir (Emate ve diğ., 2000; Kashif ve diğ., 2003).

E vitamini bağışıklık sistemini destekleyen, kanın pıhtılaşmasında görev alan, alyuvarların, deri, karaciğer ve testis gibi oksidasyona hassas dokuların korunması ile kalp kası işlevlerinde görev alan önemli bir vitamindir (Miller ve diğ., 1988; Saccheck ve Blumberg, 2001; Şimşek ve Aksakal, 2005). Ayrıca oksidasyondan etkilenen A vitamininin biyolojik aktivitesini muhafaza etmesinde E vitamini önemli rol oynamakta ve vitamin A' nın toksisitesinin etkilerini inhibe etmektedir (Miller ve diğ., 1988; Saccheck ve Blumberg, 2001; Lin ve Shiau, 2005; Chang ve diğ., 2004).

E vitamini eksikliğinde, hipofiz bezi hormonları ve serum proteinleri miktarının azaldığı, tiroid aktivitesinin düştüğü, kas distrofisi olduğu gözlenmiştir. Gökkuşak alabalığında, eritrosit yıkımı, kansızlık, üreme bozuklukları, kas dejenerasyonları, membran bozuklukları, kılcal damarlarda kanamalar ve ödemler, deri altı ve karında sıvı birikimleri önemli E vitamini eksiklik belirtileridir (Frigg ve diğ., 1990; Bai ve Lee, 1998; Sau ve diğ., 2004). Vitamin E'nin, gökkuşak alabalığın döl verimliliği üzerinde etkili olduğu, yumurtaların kalitesini ve çıkış oranını arttırdığı belirlenmiştir (Harlıoğlu ve diğ., 2002; Harlıoğlu ve Barım, 2004).

2.8. Süperoksid Dismutaz (SOD) Enziminin Antioksidan Etki Mekanizması

Mc Cord ve Fridovich tarafından 1968'de keşfedilmiş olan SOD enzimi, süperoksidin hidrojen perokside dönüşümünü katalizleyen primer koruyucu bir enzimdir (Memişoğulları, 2005; Tekkeş, 2006). Endojen olarak oluşturulan süperoksit radikali ($2O_2^{\bullet-}$), oksijenle solunum yapan tüm canlı sistemlerde solunum zincirinin reaksiyonları sırasında üretilen bir radikal olup bu radikalın toksik etkisine karşı tek koruyucu mekanizmanın SOD enzimi olduğu bilinmektedir (Hagfors ve diğ., 2003; Morales ve diğ., 2004; Sorg., 2004; Tekkeş, 2006).



Hidrojen peroksit (H_2O_2) bir serbest radikal olmadığı halde, reaksiyonlar zinciri, süperoksit radikalının hidrojen peroksit ile reaksiyona girerek son derece reaktif olan hidroksil radikali ($\bullet OH$) oluşturmak üzere kolaylıkla yıkılabilir (Benzer, 2001; Tekkeş, 2006).

Hücre içi glukoz oksidasyonu NADH (adenin dinükleotid) 'ın açığa çıkmasına yol açar. NADH solunum zincirinde oksidatif fosforilasyon yolu ile ATP üretimi için gerekli enerjiyi sağlamak üzere kullanılır. Solunum zincirindeki bu reaksiyon sırasında süperoksit radikali açığa çıkmakta ayrıca yüksek glukoz konsantrasyonu varlığında da bu yolla süperoksit radikal üretimi artmakta ancak artmış süperoksit düzeyleri SOD enzimi ile azaltılmaktadır (Memişoğulları, 2005; Atlan ve diğ., 2006). Oksidatif stres oluşumu, canlının enzimantik savunma sistemini harekete geçirir ve oksidan enzim kullanımı arttırır. Dolayısıyla normal metabolizma sırasındaki SOD enzim düzeyi stres anındaki SOD enzim düzeyinden fazladır. Diğer oksidan enzim olan GR enzimi için de durum aynıdır ancak GPx ve CAT enziminde tersi bir durum söz konusudur (Akdoğan ve diğ., 1998; Ozmen ve diğ., 2004).

SOD enzimi, içeriğindeki metal iyonu tipine göre üç sınıfta toplanmaktadır. Mitokondrilerde lokalize Mn-SOD, sitozolde lokalize Cu-Zn SOD ve plazmada bulunan Cu-SOD olarak 3 farklı tür SOD enzimi bilinmektedir (Akgün, 1996; Fang ve diğ., 2002). Cu- Zn SOD, membranların fonksiyonu ve yapısı için çok önemli biyokimyasal aktiviteye sahiptir ve demir iyonlarını inhibe ederek oluşacak serbest radikal reaksiyonlarını baskılamaktadır. Birçok enzimin aktivitesinde önemli rol oynayan esansiyel mikrobeyinler

olan çinko, bakır, mangan gibi mineraller, büyümede ve immun sistem fonksiyonlarının desteklenmesinde gökkuşuğı alabalığı için de esansiyel olan besin maddeleridir (İbrahim ve diğ., 2000; Hidalgo ve diğ., 2002).

3. MATERYAL VE METOT

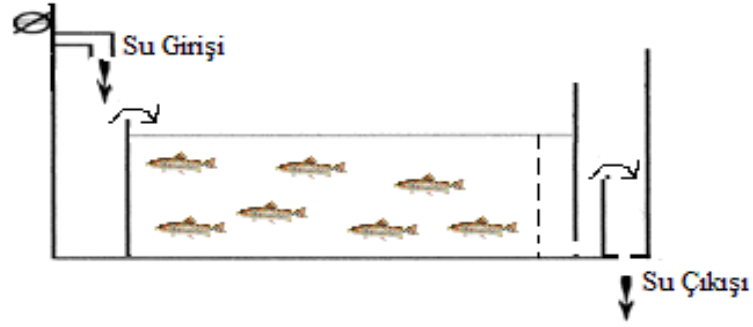
3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Yeri ve Alanı

Araştırma, Devlet Su İşleri 9. Bölge Keban Barajı Su Ürünler Şube Müdürlüğü Üretim Tesisinde yapıldı.

3.1.2. Tekneler

Çalışmada, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne ait, ebatları 2 m uzunluğunda, 40 cm genişliğinde, 40 cm derinliğinde olan 30 adet tekne kullanıldı.



Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan balık teknelerinin şematik görünümü.

3.1.3. Araştırma Süresi

Deneme Temmuz 2007- Kasım 2008 tarihleri arasında yürütüldü.

3.1.4. Balık Materyali

Çalışmada; Elazığ'ın Keban ilçesi yakınlarında Çırçır mevkiinde bulunan Keban Alabalık Limited Şirketi'nden temin edilen aynı dönem çıkışlı $41,43 \pm 1$ g ağırlık ve $15,41 \pm 0,62$ cm uzunlukta olan, her tekneye 20 adet olmak üzere 600 adet gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kullanıldı.

3.1.5. Su Analizi

3.1.5.1. pH Ölçümü

Araştırmada kullanılan suyun pH' ısı pH metre ile belirlendi (APHA, 1985).

3.1.5.2. Çözünmüş Oksijen Miktarı ve Sıcaklık Ölçümü

Balıkların bulunduğu teknelere gelen suyun çözünmüş oksijen miktarları ve su sıcaklıkları, APHA (1985)' de belirtildiği gibi sabah, öğle ve akşam ölçülerek oksijen metre (portatif YSI 55 Model 51/12) ile belirlendi.

3.1.6. Araştırma Suyunun Diğer Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çalışmada kullanılan suyun bazı fiziksel ve kimyasal analizleri AOAC (1984) tarafından belirtilen yöntem ile Köy Hizmetleri 7. Bölge Müdürlüğü laboratuvarında yapıldı.

3.1.7. Yem Materyali

Araştırma rasyonlarında kullanılan balık unu, soya küspesi, buğday unu, antioksidan Köy-Tur Yem Fabrikasından, mineral karması, Roch firmasından, vitamin karması, E vitamini (Rovimix E-50 adsorbate; min. %50 dl- α -tokopherly acetate) ve A vitamini (Rovimix A 1000; min. 1 000 000 IU per gram, vitamin A asetat) DSM besin maddeleri üretim şirketinden ve bitkisel yağ ise marketten temin edildi. Elazığ Yem Fabrikası tarafından üretilmekte olan alabalık büyütmeye yemi kontrol rasyonu olarak, araştırma rasyonları ise Thamson ve diğ. (1999), Frigg ve diğ. (1990), Brauner (1999), Clerton ve diğ. (2001) tarafından yapılan çalışmalar göz önüne alınarak oluşturuldu. Araştırma rasyonlarının yapısına giren yem maddelerinin bileşimi Tablo 3.1'de verildi.

Tablo 3.1. Araştırma rasyonlarının yapısına giren yem maddelerinin bileşimi ve ilave edilen A ve E vitamin düzeyleri (%).

Yem Maddeleri	K	D₁	D₂	D₃	D₄
Balık unu	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Soya küspesi	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
Buğday unu	19,895	19,898	19,892	19,897	19,893
Bitkisel yağ	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Vitamin A*	0,0018	0,0018	0,0018	-	0,0036
Vitamin E**	0,0030	-	0,0060	0,0030	0,0030
Antibiyotik ^(a)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Vitamin karması ^(b)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Mineral karması ^(c)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Toplam	100	100	100	100	100

(a) Butilen Hydroxytoluene (BHT); 125.000 mg/ kg

(b)Vitamin Karması (mg/kg); Menadion 3.000, Riboflavin 6.000, Pridoksin 5.000, kobalamin 15, Askorbik asit 150.000, Niasin 25.000, Biotin 40, Folik asit 1.000, Kolin klorid 300, Kalsiyum D-pantothenat 8.000, Kalsiferol 2.000.000 IU.

(c)Mineral Karması (mg/kg); Mn 80.000, Fe 35.000, Zn 50.000, Cu 5.000, I 2.000, Co 400, Se 150.

***Vitamin E;** Rovimix E-50 adsorbate; min. %50 dl- α -tokopherly acetate.

****Vitamin A;** Rovimix A 1000; min. 1 000 000 IU per gram, vitamin A asetat.

3.1.7.1. Araştırma Rasyonlarının Toplam Enerji, pH ve Suda Çözünürlük Sürelerinin Tespiti

Araştırma rasyonlarının, toplam enerji düzeyleri, protein, yağ ve karbonhidratların balıklar tarafından sindirildiğinde açığa çıkan enerji Henken ve diğ., (1986)' in bildirdiği gibi kkal/kg olarak belirlendi. Araştırma rasyonlarının pH düzeyleri, dijital bir pH metre ile, suda çözünme sürelerinin tespiti ise laboratuvar saati ile AOAC (1984) tarafından belirtildiği gibi ölçüldü.

3.1.8. Balık Eti ve Yem Analizleri

3.1.8.1. Ham Su ve Kuru Madde

Yem ve balık etlerinin kuru madde tayinleri, Duru (2005) tarafından belirtilen yöntem kullanılarak Alfa Ltd. Şirketinden temin edilen Shimadzu Marka kurutma dolabı kullanılarak belirlendi.

3.1.8.2. Ham Protein

Ham protein tayini, AOAC (1990) tatabından bildirildiğine göre, Kjeldahl yöntemi ile Gerhardt Marka yakma ve Gerhardt Marka destilasyon ünitesi kullanılarak analiz edildi.

3.1.8.3. Ham Yağ

Yağ analizi, Weende metoduna göre Hanson ve Olley (1963) tarafından belirlenen yönteme göre Gerhard Marka soxhelet cihazı kullanılarak belirlendi.

3.1.8.4. Ham Selüloz

Araştırmada, balık eti ve yem örneklerinin ham selüloz değerleri, Göğüş ve Kolsarıcı (1992) tarafından belirtilen yöntem ile Alfa Ltd. Şirketinden temin edilen Shimadzu Marka kül fırını kullanılarak belirlendi

3.1.8.5. Ham Kül

Araştırmada, balık eti ve yem örneklerini ham kül tayinleri, Göğüş ve Kolsarıcı (1992), tarafından belirtilen yöntem ile Alfa Ltd. Şirketinden temin edilen Shimadzu Marka kül fırını kullanılarak belirlendi

3.1.9. Kan örneklerinin Alınması

Kan örnekleri Atamanalp ve Bayır (2003)'ın belirttiği yönteme göre alındı.

3.1.10. Süperoksit Dismütaz (SOD) Enzim Aktivite Tayini

Eritrosit Süperoksit Dismütaz (SOD) enzim aktivitesi Yılmaz ve diğ. (2006) tarafından belirtilen yönteme göre, Randox adlı ticari kit ile F.Ü. Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı'nda, UV-1201 IV spektrofotometre kullanılarak ölçüldü.

3.1.11. Serumda ve Dokuda Vitamin A ve E tayini

Serum ve doku örneklerinin vitamin A ve E düzeyleri, Karatepe (2005) tarafından belirtildiği yönteme göre, F.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı'nda CECIL 1100 Series Cambridge England marka HPLC cihazı ile belirlendi.

3.1.12. Diğer Araç ve Gereçler

Çalışmada, balıkların canlı ağırlık tartımı için Shimadzu UW620H marka 0,01 g hassasiyetli dijital terazi, total boyları için 1 mm taksimatlı ölçüm tahtası kullanılarak Mattson ve Ripley (1989) tarafından belirtilen yöntem ile belirlendi.

Rasyon ve balık etlerinin ham besin madde düzeylerinin tespitinde, makro keldah, soxhelet cihazı, gerhardt yakma ünitesi, gerhardt destilasyon ünitesi, kül fırını, kül potaları (porselen), kurutma dolabı, desikatör ve 0,01 g hassasiyetli, su trompu, erlen, pyrex hunileri, terazi, laboratuvar saati, yağ kartuşları, hidrofil pamuk kullanıldı (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992).

Dokularda ve kanda vitamin düzeyleri, Halifeoğlu ve diğ. (2005) ve Karatepe (2005) tarafından belirtilen yöntem kullanılarak belirlendi. Bu amaçla, CECIL 1100 serisi HPLC cihazı ve santrifüj kullanıldı. Plazmada süperoksit dismütaz enzim aktivitesi, Yılmaz ve diğ. (2006) tarafından belirtilen yöntem kullanılarak, Shimadzu UV-1201 IV marka spektrofotometre ile belirlendi.

3.2. Metot

3.2.1. Araştırma Yeri ve Alanı

Araştırma, Devlet Su İşleri 9. Bölge Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürlüğü Üretim Tesisleri kuluçka binasına yerleştirilen 30 adet teknede yürütüldü.

3.2.2. Tekneler

Çalışmada, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne ait, ebatları 2 m uzunluğunda, 40 cm genişliğinde, 40 cm derinliğinde olan 30 adet fiberglas tekne kullanıldı. Teknelere stoklanacak balık miktarı Çelikkale (1994) tarafından belirtilen formüle göre belirlendi. Gökkuşluğu alabalık yavruları 20'şerli gruplar halinde, üç tekrarlı olmak üzere 30 adet tekneye eşit miktarda ve yeterli düzeyde su akışı (çözünmüş oksijen seviyesi: 7,5 mg/l) olacak şekilde yerleştirildi.

3.2.3. Balık Materyali

Çalışmada; Elazığ'ın Keban ilçesi yakınlarında Çırçır mevkiinde bulunan Keban Alabalık Limited Şirketi'nden temin edilen aynı dönem çıkışlı $41,43 \pm 1$ g ağırlık ve $15,41 \pm 0,62$ cm uzunlukta olan, her tekneye 20 adet olmak üzere 600 adet gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kullanıldı.

Çalışmaya geçilmeden önce Çelikkale (1994) tarafından belirtilen yöntemle göre, 600 adet balığın canlı ağırlık ve total boy tespiti yapıldı. Balıklara verilecek olan yem miktarı ve öğün sayısı, Çelikkale (1994) ve Özdemir (2002)'in belirttiği gibi su sıcaklığı ve

balık büyüklüğü dikkate alınarak alabalık için belirlenmiş olan mevcut literatür bilgilerinden faydalanıldı (Çelikkale, 1994).

Günlük Yem Miktarı (GYM) = Yemleme Katsayısı (YK) x Toplam Balık Ağırlığı / 100

YK= Su Sıcaklığı/10

3.2.4. Su Analizi

3.2.4.1. pH Ölçümü

Araştırmada kullanılan suyun pH düzeyi APHA (1985)'de bildirildiği gibi pH metre (portatif Checker Marka) ile çalışma süresince sabah, öğlen ve akşam ölçülerek ortalama değerleri belirlendi.

3.2.4.2. Çözünmüş Oksijen Miktarı ve Sıcaklık Ölçümü

Balıkların bulunduğu teknelere gelen suyun çözünmüş oksijen miktarları APHA (1985)'da belirtilen yöntem ile oksijen metre kullanılarak (portatif YSI 55 Model 51/12) sabah, öğle ve akşam ölçülerek belirlendi.

Oksijene dayalı stok miktarının hesaplanmasında Çelikkale (1994) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Bu yöntemle göre ele alınan kriterde, 50 g'dan hafif alabalıkların 1 kg'ı saatte 600 mg oksijen tükettiği belirlenmiştir. Stoklanacak balık miktarı Çelikkale (1994) tarafından belirtilen formüle göre belirlendi.

Stoklanacak balık miktarı (kg)=Suyun debisi × 1 saat (3600) × Kullanılır O₂ (mg/l) / 600

Balıkların konulduğu teknelere gelen suyun çözünmüş oksijen seviyeleri Pichavant ve diğ. (2000), Dabrowski ve diğ., (2004) tarafından yapılmış çalışmalar göz önüne alınarak belirlendi. Pichavant ve diğ. (2000) tarafından belirtilen yöntemle göre, belirli bir hacme sahip teknelere konulmuş olan balıkların çözünmüş oksijen ihtiyaçları, dakikada teknelere gelen su miktarı ile karşılanmış ve su giriş vanaları kullanılarak teknelerden dakikada geçen su miktarının (l/dak.) arttırılıp azaltılması ile balıklar için çözünmüş oksijen konsantrasyon düzenlemesi yapmışlardır. Buna göre, bu çalışmada da su vanaları kullanılarak, teknelerin su giriş ve çıkış çözünmüş oksijen seviyeleri debi miktarına göre sabitlendi. Çözünmüş oksijen seviyeleri ve sıcaklık düzeyleri çalışma süresince her yemleme öncesi sabah, öğlen ve akşam ölçülerek kontrol edildi.

3.2.5. Araştırma Suyunun Analiz Parametreleri

Çalışmada kullanılan suyun bulanıklılık, iletkenlik, toplam alkalinite, toplam çözünmüş karbondioksit, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), hidrojen sülfür, sülfat toplam askıda katı madde, nitrat, toplam sertlik, fosfat, klorür, amonyum analizleri APHA (1985), tarafından belirtilen yöntem ile Köy Hizmetleri 7. Bölge Müdürlüğü laboratuvarında yapıldı.

3.2.6. Yem Materyali

3.2.6.1. Araştırma Rasyonları

Bu çalışmada, $4,4 \pm 0,19$ mg/l çözünmüş oksijen düzeyinde stres oluşturulan ve $7,6 \pm 0,16$ mg/l oksijen düzeyinde stres oluşturulmayan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavrularının beslenmesi amacıyla, farklı oranlarda A ve E vitamini katkılarının yapıldığı kontrol, D₁, D₂, D₃ ve D₄, rasyonları hazırlandı. Hazırlanan rasyonların vitamin katkı miktarları; 18 mg/kg vitamin A ve 30 vitamin E katkılı kontrol rasyonu; 18 mg/kg vitamin A katkılı ve vitamin E katkısız D₁ rasyonu; 18 mg/kg vitamin A ve 60 mg/kg vitamin E katkılı D₂ rasyonu; vitamin A katkısız ve 30 mg/kg vitamin E katkılı D₃ rasyonu; 36 mg/kg vitamin A katkılı, 30 mg/kg vitamin E katkılı D₄ rasyonu, Thamson ve diğ. (1999), Frigg ve diğ. (1990), Brauner (1999), Clerton ve diğ. (2001) tarafından yapılan çalışmalar göz önüne alınarak oluşturuldu. Elazığ Yem Fabrikası tarafından alabalıklar için büyütmeye yemi olarak üretilen yem Kontrol rasyonu olarak hazırlandı. Rasyonların vitamin düzeyleri Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümün' de analiz edilerek belirlendi.

3.2.6.2. Araştırma Rasyonlarının Hazırlanması

Karma yemler, Halver (1972) tarafından belirtilen yöntem kullanılarak oluşturuldu. Bu amaçla, yem maddeleri homojen bir karışımın sağlanması için öğütülerek uygun partikül büyüklüğüne getirildi. Sonra bu yem maddeleri belirlenen oranlarda tartılarak homojen bir karışım sağlanacak şekilde karıştırıldı. Belirlenen oranlarda hazırlanan A ve E vitaminleri ve mineral karışımını içeren karışım, sıcaklığı 20 °C olan suda eritildi ve rasyonlara ilave edildi (Haşimoğlu ve Aksoy, 1977). Hamur haline getirilen materyal kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirildi. Hazırlanan peletler, etüvde 55 °C de 20 saat kurutuldu. Araştırma rasyonlarının suda çözülme süreleri ve pH düzeylerinin tespitinde, AOAC (1984) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Bu amaçla, 100 cc distile

su bulunan cam beherlere bırakılan pelet yemlerin fiziksel yapılarının dağılması gözlenerek tespit edildi. Rasyonların pH düzeylerini tespit etmek amacıyla 100 cc distile suda (pH= 6,30, sıcaklık 26,5 °C) 10 g yem eritilip süspanse hale getirildi ve dijital pH metre ile ölçüm yapıldı. Yem ve balık eti ham besin madde (su, kuru madde, ham protein, ham yağ, ham selüloz, azotsuz öz maddeler ve ham kül tayinleri Weende metotlarına göre Göğüş ve Kolsarıcı (1992) tarafından belirtilen yöntem kullanılarak belirlendi.

3.2.7. Balık Eti ve Yem Analizleri

3.2.7.1 Ham Su ve Kuru Madde Tayini

Kuru madde tayini için her grubu temsil eden balıklardan 2 g kas örneği alındı ve önceden darası alınmış olan cam petrilere yerleştirildi. Alınan bu kas örnekleri, 105 °C'ye ayarlı etüvde, sabit ağırlığa gelene kadar 12 saat tutuldu. Numuneler sabit ağırlığa geldiğinde, balık etinde yüzde kuru madde miktarı hesaplandı (Duru, 2005).

$$\% K.M = (ST - D) \times 100 / \text{Numune (g)}$$

% K.M: Balık etinde yüzde kuru madde oranı

ST: Sabit ağırlığa gelen numunelerin son tartımı (g)

D: Başlangıçta alınan cam petrilere tara ağırlığı (g)

Numune: Balıklardan alınan kas örneklerinin yaş ağırlığı (g) belirtilmiştir.

3.2.7.2. Ham Protein Tayini

Örnekte azotun, derişik sülfirik asit ile, yaş olarak yakıldıktan sonra çöktürülmesinin ardından kuvvetli %99' luk NaOH (sodyum hidroksit) ile amonyağın açığa çıkarıp bunun ayarlı bir asit çözeltisinde tutulması esasına dayanır. Kejdahl yakma ve destilasyon ünitelerindeki işlemlerden sonra elde edilen kırmızı çözeltinin sarı renge dönme noktasında damlatılan NaOH miktarı belirlendi. Daha önce konulan N/10'luk HCl (hidroklorik asit) miktarı titre edilen NaOH miktarından çıkarılarak amonyak tarafından tutulan asit miktarı belirlendi. İşlemler sonucunda elde edilen azot miktarı 6,25 ile çarpılarak yemdeki protein miktarı bulundu. Ham protein tayini, AOAC (1990)'da bildirdiği gibi, kjeldahl yöntemi ile analiz edildi.

$$\% P = (14,01 \times 6,25 \times N \times S \times 100) / W$$

% P: Balık etinde yüzde protein oranı

N: Hidroklorik asidin normalitesi (N)

S: Kör deneme titre asit miktarı çıktıktan sonra kalan numune titre asit miktarı (ml)

W: Numune ağırlığı (g) belirtilmiştir.

3.2.7.3. Ham Yağ Tayini

Örnekte ham yağ tayini, eter, benzen gibi organik eritici maddelerle ekstrakte edilmesi ilkesine dayanır. Kurutulmuş olan 3 g örnek tartılarak yağ kartuşuna aktarıldıktan sonra ağzı pamukla kapatılıp 60 °C'ye ayarlanan kurutma dolabında 2 saat bekletildi. Yağ balonları da aynı şekilde kurutulup daraları belirlendi. Soxhlet biriminin ısıtıcı kısmındaki kartuşlarda ekstraktör kısmındaki yerlerine konulduktan sonra kartuş üzerine yeterince eter konularak ısıtıcı ve soğutucuya bağlı su açıldı. Eter kaynadıktan sonra 4-5 saat ekstraksiyona devam edildi. Bu sürenin ardından, balondaki eterler kaybolunca tekrar tartılarak ham yağ düzeyleri belirlendi (Henken ve diğ., 1986).

$$\% L = ((ST - D) \times 2 \times 100) / W$$

% L: Balık etinde yüzde yağ oranı

ST: Petrilerin son tartımı (g)

D: Petrinin darası (g)

W: Numune ağırlığı (g) belirtilmiştir.

3.2.7.4. Ham Selüloz Tayini

Ham selüloz, bir maddenin asit ve alkalilerde çözünmeyen yağ, azot ve külden arınmış kısmıdır. Kurutulmuş, öğütülmüş ve elenmiş 1 g örnek tartılarak hazırlanan tüplere konuldu. Üzerine asetik asit ve nitrik asit eklendi. Su banyosuna yerleştirildi ve ısıtıcı çalıştırıldı. Yaklaşık 20 dk. Kaynadıktan sonra süzme hunisine aktarıldı. Süzme hunisi kurutma dolabına konarak 2 saat kadar 105 °C'de kurutuldu. Ardından kuruyan örnekler 550 °C'de 4 saat kadar yakıldı. Yakma sırasında ortaya çıkan kayıp oranıyla ham selüloz miktarı belirlendi (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992).

3.2.7.5. Ham Kül Tayini

Ham kül tayini için balıktan alınan 1 g kas örneği, darası alınmış porselen krozelere konarak tartıldı. Numuneler, yakma fırınında 550 °C'de açık griden beyaza yakın renk oluşana kadar 24 saat süreyle yakıldı. Yakma işlemi bittikten sonra desikatöre alınan krozeler oda sıcaklığına gelene kadar soğumaya alındı. Daha sonra krozeler 0,001 g hassasiyetli terazilerde tartılıp ham kül miktarları tayin edildi (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992).

$$\% HK = (ST - D) \times 100 / W \quad (3.10)$$

% HK: Yüzde ham kül miktarı

ST: Son tartım (g)

D: Porselen krozelerin darası (g)

W: Alınan yaş numunenin ağırlığı (g) belirtilmiştir.

3.2.8. Büyüme Parametrelerinin Hesaplanması

Gökkuşaklı alabalığı yavrularının hazırlanan 5 farklı rasyonla beslenmesi sonucunda aşağıdaki parametreler, her bir grup için 15 günlük periyotlarla tespit edildi. Tartım ve ölçüm işlemlerinin kolay ve doğru yapılabilmesi için balıklara anestezi (Quinaldin) uygulandı. Bunlar:

3.2.8.1. Canlı Ağırlık

Araştırma gruplarındaki balıkların deneme başlangıcı ve deneme süresince ortalama ağırlıkları Çetinkaya (1995) tarafından belirtilen yöntemle 0,01 g hassasiyetli dijital terazi kullanılarak belirlendi.

3.2.8.2. Total Boy

Araştırma gruplarındaki balıkların, deneme başlangıcı periyotlara göre ortalama total boy değerleri (cm) Mattson ve Ripley (1989) tarafından belirtilen yöntem ile 1 mm taksimatlı ölçüm tahtası kullanılarak belirlendi.

3.2.8.3. Balıkların Canlı Ağırlık Artışı (W)

Balıkların canlı ağırlık artışlarının belirlenmesinde Çetinkaya (1995) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Buna göre, canlı ağırlık artışı; balıkların periyot sonu ortalama mutlak ağırlığından periyot başı ortalama mutlak ağırlığının çıkarılmasıyla bulundu.

$$CAA = W_t - W_{t-1}$$

W_t : Periyot sonundaki ortalama ağırlık (g)

W_{t-1} : Periyot başındaki ortalama ağırlık (g).

3.2.8.4. Oransal Büyüme (OB) (Relatif Büyüme)

Balıkların oransal büyümelerinin belirlenmesinde Çelikkale (1988) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Buna göre, oransal büyüme deneme boyunca kazanılan

ortalama ağırlığın deneme başı ortalama canlı ağırlığa oranlanması ile belirlendi. Oransal büyüme aşağıdaki eşitlikle bulundu.

$$OB = [(W_t - W_{t-1}) / W_{t-1}] \times 100$$

W_t : Periyot sonundaki ortalama ağırlık (g).

W_{t-1} : Periyot başındaki ortalama ağırlık (g).

3.2.8.5. Spesifik Büyüme Oranı (SBO)

Balıkların ağırlıkça spesifik büyüme oranları, Halver (1989) tarafından belirtilen yöntem kullanılarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı. Ağırlıkça spesifik büyüme oranı balığın bir günde kendi ağırlığının yüzde kaç kadar büyüdüğünü ifade etmekte ve balık büyümesini ifade açısından daha rasyonel bir parametre olarak kullanılmaktadır.

$$\text{Ağırlıkça SBO} = [(\log_e W_t - \log_e W_{t-1}) / T] \times 100$$

W_t : Periyot sonundaki ortalama ağırlık (g).

W_{t-1} : Periyot başındaki ortalama ağırlık (g).

T : Periyodik süre (gün)

3.2.8.6. Kondisyon Faktörü

Kondisyon Faktörünün hesaplanmasında Halver (1972) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Böylece, balığa verilen yemin balığın kondisyon üzerindeki etkisi belirlendi. Kondisyon faktörü aşağıdaki eşitlikle hesaplandı.

$$KF = (W / L^3) \times 100$$

W : Balığın ağırlığı (g)

L : Balığın total boyu (cm)

3.2.8.7. Yem Dönüşüm Oranı (YDO)

Yem dönüşüm oranının hesaplanmasında Halver (1989) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Yem dönüşüm oranı bir birim canlı ağırlık artışı için ne kadar yem tüketildiğini ifade eder. Yem dönüşüm oranı periyot süresince tüketilen toplam yem miktarı ve balıkların o periyotta sağladıkları toplam canlı ağırlık artışı kullanılarak aşağıdaki formül yardımıyla tespit edildi.

$$YDO = Y / (W_t - W_{t-1})$$

Y : Periyot süresince harcanan yem miktarı (g).

W_t : Periyot sonundaki ortalama ağırlık (g).

W_{t-1} : Periyot başındaki ortalama ağırlık (g).

3.2.8.8. Protein Etkinlik Oranı (PEO) ve Protein Değerlendirme İndeksi (PDİ)

Protein etkinlik oranı ve protein değerlendirme indeksinin hesaplanmasında Çetinkaya (1995) tarafından bildirilen yöntem kullanıldı. Protein etkinlik oranı yem proteininin ne ölçüde balık etine dönüştüğünün genel bir göstergesidir. Protein değerlendirme indeksi ise daha spesifik olup, yem protein oranının balık eti protein oranını nasıl etkilediğini araştırmak için başvurulan bir yöntemdir. Bu parametreler, kullanılan protein kaynağının etkinliği ve biyolojik değerleri arasında önemli bilgiler verir. Protein etkinlik oranı ve protein değerlendirme indeksi aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı.

$$PEO = \text{Canlı ağırlık artışı (g)} / \text{Yemle alınan protein (g)}.$$

$$PEO = \text{Canlı ağırlık artışı (g)} / [\text{Yem tüketimi (g)} \times \text{Yemin ham protein oranı (\%)}].$$

$$PDİ = \text{Balık etindeki protein oranı} / \text{Yemin protein oranı}$$

3.2.9. Kan Örneklerinin Alınması

Balıkların serum vitamin değerlerinin sağlıklı olabilmesi için kan alınmadan 12 saat önce yemleme kesildi. Kuyruk bölgesinden kan alımını gerçekleştirebilmek için balıklar, Quinaldin (20 mg/l) ile anestezi edildi. Anestezi sonrası bir havlu ile tespit edilen balıkların kuyruk kısımları steril bir bistüri ile kesilerek kuyruk venasından akmakta olan kan steril tüplere 1,5-2 ml kadar alınıp, 3500 devir/dak' da 5 dakika santirfüjlenerek serumları ayrıldı. Süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivite tayini için ise EDTA'lı tam kan alındı ve kan 4 kez fizyolojik tuz ile yıkanarak her yıkamada 3000 devir/dak'da santirfüjlendi. Serumlar ve kanlar analiz süresine kadar -20°C' de saklandı (Atamanalp ve Bayır, 2003).

3.2.10. Süperoksit Dismütaz (SOD) Enzim Aktivite Tayini

Eritrosit Süperoksit Dismütaz (SOD) enzim aktivitesi Randox adlı ticari kit ile F.Ü. Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı'nda, UV-1201 IV spektrofotometre kullanılarak ölçüldü (Yılmaz ve diğ., 2006).

Örneğin Hazırlanması:

0,5 ml EDTA'lı tam kan alındı. 3000 devir/dak'da 10 dakika santirfüj edilerek plazma atıldı. Eritrositler 3 ml % 0,9'luk NaCl (sodyum klorür) ile 4 kez yıkandı. Her yıkamadan sonra 3000 devir/dak'da 10 dakika santirfüj edilen eritrositler ayrıldı. Yıkamış eritrositler soğuk distile su ile 2 ml'ye tamamlandıktan sonra karıştırılarak +4 °C'de 15

dakika bekletildi. Doğrusal çalışma alanı içinde kalabilmek için oluşan lizat, 0,01M fosfat tamponu (pH: 7,0) ile seyreltilerek yüzde inhibisyon % 30-60 arasına düşürüldü. 1/ 2 oranında dilüsyon yapıldı.

Seyreltilmiş örnek: 0,05 ml

Standart: 0,05 ml

Fosfat tamponu: Çalışma körü 0,05 ml

Sustrat karışımı: Çalışma körü 1,7 ml + Standart 1,7ml + Seyreltilmiş örnek 1,7 ml

Ksantin Oksidaz: Çalışma körü 0,25 ml + Standart 0,25 ml + Seyreltilmiş örnek 0,25 ml

Çalışma körü, standart ve örnek 37 °C’de ve 505 nm’de, havaya karşı başlangıç absorbensları (A1) okundu. Aynı anda kronometre çalıştırılarak 3 dakika sonra son absorbensları (A2) tekrar okundu (Yılmaz ve diğ., 2006; Akgün, 1996).

3.2.11. SOD Kitinin Çalışma Prensibi

Oksidatif enerji üretimi sırasında oluşan süperoksit radikalleri dismutasyona uğratarak hidrojenperoksit ve moleküler oksijene dönüştürülür. Bu yöntemde, ksantin ve ksantin oksidaz (XOD) kullanılarak oluşturulan süperoksit radikallerinin 2-[4-iyodofenil]-3-[4-nitrofenol]-5-feniltetrazolium klorür (piyodonitrozolium violet: INT) ile oluşturduğu kırmızı renkli formazon boyasının 505 nm dalga boyunda verdiği optik dansitenin okunması esas alınmaktadır. Örnekte bulunan SOD, süperoksit radikalini ortamdaki uzaklaştırarak formazon reaksiyonunu inhibe etmektedir. Sonuçta oluşan kırmızı renkteki azalmanın tespiti ile SOD aktivitesi ölçülmektedir. Kırmızı rengin şiddeti ile SOD aktivitesinin büyüklüğü arasında ters bir ilişki mevcuttur (Akgün, 1996; Halifeoğlu ve diğ., 2005).

- 1) Substrat Karışımı: Ksantin (0,05 mmol/l), I.N.T. (0.025 mmol/l)
- 2) CAPS Tamponu : EDTA (0,94 mmol/l), CAPS (50 mmol/l)
- 3) Ksantin Oksidaz (80 U/l)
- 4) 0.01 M Fosfat Tamponu(pH: 7.0)
- 5) Standart: (S6)

Kullanılan standart (S6), konsantrasyonu 6,20 U/ml olacak şekilde hazırlanmış SOD çözeltisidir. Süperoksit dismutaz enziminin (SOD) belirlenmesinde kullanılan standart çözelti, fosfat tamponu ve konsantrasyon miktarı Tablo 3.2’de verildi.

Tablo 3.2. Süperoksit Dismütaz Enziminin (SOD) Belirlenmesinde Kullanılan Standart Çözelti, Fosfat Tamponu ve Konsantrasyon miktarları.

Standart	Standart ve standart hacmi	Fosfat tamponu	Konsantrasyon (U/ml)
S5	5 ml S6	5 ml	3,1
S4	5 ml S5	5 ml	1,55
S3	5 ml S4	5 ml	0,775
S2	3 ml S3	6 ml	0,258
S1	Kör	-	-

3.2.12. Serumda Vitamin A ve E tayini

Derin dondurucudan alınana serum örnekleri çözünme işlemi yapıldıktan sonra 0,5 ml serum örneği üzerine %1'lik H_2SO_4 ihtiva eden etil alkolden 2 ml ilave edilerek proteinler çöktürüldü. Karışım vortekx ile iyice karıştırıldıktan sonra 2500 devirde 5 dakika santirfüjlendi. Sonra örnekler üzerine 0,3 ml n-hekzan ilave edildi. Hekzan ilavesiyle ortamdaki yağda çözünen vitaminler olan A ve E vitaminlerinin hekzan fazına ekstrakte edilmesi sağlandı. Hekzan ilave edildikten sonra örnek vortekste karıştırıldı ve tekrar santirfüjlendi. Santirfüj sonunda hekzanfazı dikkatli bir şekilde ayrılarak cam tüplere alındı. Örnek üzerinde tekrar 0,3 ml n-hekzan ilave edilerek karıştırılıp santirfüjlendi ve n-heksan fazı cam tüpteki hekzan fazı ile birleştirilmesi sağlandı. Ekstrakte edilen hekzan, kuru azot altında dikkatlice uzaklaştırıldı. Kalıntı 100 µl metanolde çözünmesi sağlandı. Bu çözeltiden 20 µl alınıp HPLC (CECIL 1100 series Cambridge England)'ye enjekte edildi. Örneklerdeki E vitamini 296 nm ve A vitamini 326 nm dalga boyunda ODS-2 80A 5µ (25cm×4,6nm) kolonu ve metanol:asetonitril :kloroform (47:47:11) hareketli fazında akış hızı 1ml/dak olacak şekilde analiz edildi. Vitaminler için geri kazanım değeri E vitamini için %98 ve A vitamini için %96,7 olarak hesaplandı (Barry, 1994 ve Karatepe, 2005).

3.2.13. Dokuda Vitamin A ve E tayini

Derin dondurucudan alınan doku örnekleri (kas: 0,5 g, karaciğer: 0,2 g, böbrek: 0,3 g) çözüldükten sora örneklerden 0,3'er ml'lik tüplere alınarak üzerlerine 1 ml saf su ilave edilip vortekste karıştırıldı ve 500 µml etil alkol ilave edilip vortekste karıştırıldı ve karışım 2500 devir/dk'da 5 dakika santirfüjlendi. Daha sora bunun üzerine 100 µml n-

hekzan ilave edilerek tekrar vortekste karıştırıldı. Karışım 2500 devir/ dk'da 5 dakika santirfüjlenerek üstteki hekzan fazı ayrılıp, hekzanla ekstrasyon işlemi en az iki defa tekrarlandı. Doku içindeki A ve E vitamininin tamamı hekzan fazına alınıp ayrılan hekzan fazı azot gazı altında buharlaştırıldı. Daha sonra örnekler tekrar 100µml mobil faz çözücüde çözünüp analize hazır hale getirilerek HPLC'de (CECIL 1100 series Cambridge England) hareketli faz olarak asetonitril : kloroform (47:42:11) karışımı kullanıldı.. Supelcosil LC-18 kolonunda (25 cm, 4.6 mm ID; 5 µm particles) mobil fazına akış hızı 1ml/dk olacak şekilde ayarlandı. Örneklerin vitamin A (retinol) ve vitamin E (α - tokoferol) tayinleri yapıldı (Halifeoğlu ve diğ., 2005; Karatepe, 2005).

3.2.14. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada hazırlanan 5 farklı rasyonla (Kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄) yapılan besleme sonucunda elde edilen değerler istatistiksel olarak analiz edildi. İncelenen parametrelere ait sonuçların ortalama ve standart sapmalarının hesaplanması ve gruplar arası farklılığın önem derecelerini tespit etmek amacıyla SPSS®11.0 paket programı kullanılarak One Way Anova Duncan Testi yapıldı.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, belirli oranlarda A ve E vitamini katılarak hazırlanan deneme rasyonları ile beslenen gökkuşağı alabalığı yavrularının, düşük çözünmüş oksijen düzeyinde ($4,4 \pm 0,19$ mg/l) ve optimal oksijen düzeyinde ($7,6 \pm 0,16$ mg/l) araştırma gruplarında (K, D₁, D₂, D₃, D₄); yem ve balık etinin kimyasal kalitesi (ham protein, ham yağ, ham kül, ham selüloz, azotsuz öz madde ve nem oranları), araştırma rasyonlarında vitamin analizi, balığın büyümesi (ağırlık artışı, total boy, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü), yem değerlendirmesi (yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, protein değerlendirme indeksi), kan ve doku analizleri (12 hafta süre sonunda plazma SOD enzim aktivite düzeyi, kas, karaciğer, böbrek dokularında vitamin A ve E birikim düzeyleri, kan serumunda vitamin A ve E birikim düzeyleri) belirlendi. Bu değerlerle ilgili bilgiler aşağıda sırası ile verilmiştir.

4.1. Araştırma Suyunun Sıcaklık, pH ve Çözünmüş Oksijen Düzeyi Ölçümleri

Deneme süresince, her yemleme öncesi araştırmanın yapıldığı teknelere gelen suyun sıcaklık ve pH değerleri ölçülerek 15 günlük periyotlar halinde Tablo 4.1’ de, teknelerin su giriş ve çıkış noktalarındaki çözünmüş oksijen düzeylerinin ortalama değerleri ise Tablo 4.2’ de verildi.

Tablo 4.1. Araştırma yapılan teknelerin 15 günlük periyotlara göre su sıcaklıkları (°C) ve pH değerleri (Not: $\pm$ değerler standart sapmayı göstermektedir).

Periyot	Su Sıcaklığı	pH
1 Nisan	$7,9 \pm 0,37$	$8,19 \pm 0,21$
15 Nisan	$7,8 \pm 0,21$	$8,19 \pm 0,32$
1 Mayıs	$8,0 \pm 0,23$	$8,23 \pm 0,65$
15 Mayıs	$8,1 \pm 0,1$	$8,25 \pm 0,90$
1 Haziran	$8,3 \pm 0,2$	$8,23 \pm 0,31$
15 Haziran	$8,5 \pm 0,11$	$8,26 \pm 0,25$
1 Temmuz	$8,7 \pm 0,1$	$8,26 \pm 0,17$

Çalışmada kullanılan suyun, en düşük sıcaklık değeri $7,9\pm0,37^{\circ}\text{C}$ olarak, en yüksek sıcaklık değeri ise $8,7\pm0,1^{\circ}\text{C}$ olarak, suyun en yüksek pH değeri $8,26\pm0,17$, en düşük pH değeri ise $8,19\pm0,21$ olarak tespit edildi.

Tablo 4.2. Araştırma yapılan tekneler gelen suyun, optimal oksijen düzeylerinde (a) ve düşük oksijen düzeylerinde, deneme (b) grupları için tekne giriş ve çıkış ortalama çözünmüş oksijen değerleri (Not: $\pm$ değerler standart sapmayı göstermektedir)

Periyot	Su giriş O_2	Su çıkış O_2
1 Nisan	$7,7\pm1,3$	$7,2\pm0,21$
15 Nisan	$7,6\pm0,9$	$7,2\pm0,32$
1 Mayıs	$7,9\pm0,3$	$7,2\pm0,65$
15 Mayıs	$7,6\pm0,16$	$7,1\pm0,90$
1 Haziran	$7,6\pm0,2$	$7,3\pm0,31$
15 Haziran	$7,4\pm0,11$	$7,1\pm0,25$
1 Temmuz	$7,6\pm0,23$	$7,3\pm0,54$
Ortalama	$7,6\pm0,16$	$7,2\pm0,34$

(a)

Periyot	Su giriş O_2	Su çıkış O_2
1 Nisan	$4,6\pm0,3$	$4,3\pm0,21$
15 Nisan	$4,3\pm0,17$	$4,3\pm0,32$
1 Mayıs	$4,7\pm0,23$	$4,3\pm0,65$
15 Mayıs	$4,4\pm0,1$	$4,2\pm0,90$
1 Haziran	$4,4\pm0,2$	$4,3\pm0,31$
15 Haziran	$4,3\pm0,11$	$4,1\pm0,25$
1 Temmuz	$4,4\pm0,27$	$4,3\pm0,54$
Ortalama	$4,4\pm0,19$	$4,2\pm0,77$

(b)

Tablo 4.2 incelendiğinde, periyotlar süresince, balıklar için oksijen stresi oluşumu önlenen teknelerin (a) çözünmüş oksijen seviyesinin su giriş noktasında ortalama $7,6\pm0,16$ mg/l düzeyinde, balıklar için oksijen stresi oluşumu sağlanan teknelerin (b) çözünmüş oksijen seviyelerinin ortalama suyun teknelere giriş noktasında $4,4\pm0,19$ mg/l düzeyinde olduğu tespit edildi.

4.2. Denemede Kullanılan Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kullanılan suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri çalışma başlatılmadan önce belirlendi ve parametrelere ait değerler Tablo 4.3’ de verildi. Bu parametrelerin gökkuşağı alabalığı yavruları için uygun sınırlar içerisinde olduğu tespit edildi.

Tablo 4.3. Çalışmada kullanılan suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait değerler

Parametreler	Miktarlar
Renk	renksiz
Bulanıklık	0,2
İletkenlik (mS/cm)	235
Toplam Alkalinite (mg/l)	77,3
Toplam çözünmüş Karbondioksit (ppm)	13,07
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ)	11
Hidrojen sülfür (ppm)	0,03
Sülfat (mg/l)	37,6±0,16
Toplam askıda katı madde (mg/l)	10
Nitrat (mg/l)	0,7
Toplam Sertlik (mg/l)	88,24
Fosfat (mg/l)	0,05
Klorür (mg/l)	0,001
Amonyum (mg/l)	0,001

4.3. Araştırma Rasyonlarının Yapısı ve Balık Eti Analizleri

Ham protein, ham yağ, ham kül, ham selüloz, azotsuz öz madde ve nem değerleri Tablo 4.4' de verildi.

Araştırma gruplarına ait rasyonların, ham protein, ham yağ ve ham kül, ham selüloz, azotsuz öz madde ve nem oranlarına ait sonuçlar Tablo 4.5' de verildi.

Araştırma gruplarının başlangıç balık eti ham protein, kuru madde, ham yağ ve ham kül değerleri ile deneme sonu kontrol ve D₁, D₂, D₃, D₄ gruplarının balık eti ham protein, kuru madde, ham yağ ve ham kül analiz sonuçlarının ortalama değerleri belirlenerek Tablo 4.6' da, araştırma rasyonlarının toplam enerji, suda çözünme süresi, pH'sı ve pelet çapına ait ortalama değerler ise Tablo 4.7' de verildi.

Tablo 4.4. Araştırmada kullanılan yem ögelerinin ham besin madde içerikleri (%).

Ham besin maddeleri	Balık unu	Soya küspesi	Buğday unu
Protein	60,95	39,12	10,01
Yağ	7,98	1,56	2,88
Kül	14,39	6,02	2,11
Selüloz	1,23	5,12	3,09
Azotsuz Öz Madde	4,41	37,07	69,11
Nem	11,04	11,09	12,80
Toplam	100,00	100,00	100,00

Tablo 4.5. Araştırma rasyonlarının ham besin madde düzeyleri, %

Ham besin maddeleri	K	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	p
Protein	44,48±0,22	44,12±0,95	43,48±0,32	43,91±0,45	43,74±0,43	-
Yağ	8,02±0,34	8,32±0,56	7,02±0,41	8,45±0,34	7,25±0,22	-
Kül	13,10±0,56	12,14±0,34	14,10±0,13	13,03±0,32	13,16±0,43	-
Selüloz	4,12±0,4	4,08±0,51	3,92±0,37	4,18±0,34	4,19±0,23	-
Azotsuz Öz Madde	24,02±0,34	23,52±0,25	24,14±0,46	24,15±0,71	24,07±0,62	-
Nem	6,26±0,23	5,53±0,35	6,04±0,47	6,39±0,37	5,96±0,18	-

-,p> 0,05 (Duncan Testi)

Tablo 4.5 incelendiğinde, K, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonları için ham protein, ham yağ ve ham kül, ham selüloz, azotsuz öz madde ve nem oranları arasındaki farkın önemli olmadığı tespit edildi (p>0,05)

Tablo 4.6. Araştırma gruplarının balık eti analiz sonuçları (%)

Ham besin maddeleri	Başlangıç	K	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	p
Protein	18,48±0,2 ^b	23,92±0,78 ^a	19,80±0,34 ^b	20,97±0,12 ^b	19,22±0,41 ^b	18,78±0,32 ^b	*
Kuru M.	23,56±0,3	22,03±0,44	23,87±0,45	24,21±0,14	23,23±0,32	22,47±0,25	-
Yağ	7,62±0,45	8,56±0,50	8,2±0,12	7,6±0,167±0,34	8,23±0,12	7,32±0,45	-
Kül	13,10±0,2	12,14±0,67	13,10±0,12	13,23±0,34	12,34±0,11	13,07±0,27	-

^{a-b} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (Duncan Testi).

-,p> 0,05, *: p<0,05

Yukarıdaki tablo incelendiğinde; deneme sonu, kontrol grubu balık eti ortalama protein değerinin, araştırma gruplarının başlangıç ve deneme sonu D₁, D₂, D₃, D₄ gruplarına göre balık eti ortalama protein değerlerine göre istatistiksel olarak önemli

($p<0,05$) düzeyde fark olduğu, ayrıca grupların balık eti, kuru madde, yağ ve kül oranları arasındaki farkın ise istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlendi ($p>0,05$).

Tablo 4.7. Araştırma rasyonlarının toplam enerji, suda çözünme süresi, pH'sı ve pelet çapına ait değerler.

Parametreler	Araştırma Rasyonları
Toplam enerji (kkal/kg)	3600±32
Suda çözünme süresi (dk)	43±2
pH	6,05±0,35
Pelet çapı (mm)	3±0,11

Tablo 4.7 incelendiğinde, araştırma rasyonlarının toplam enerji değerleri rasyonda % 45-50 oranında ham protein için 5,5 katsayısı ile, % 8-10 ham yağ için 9,1 ile ve %10-15 karbonhidrat için ise 4,1 kkal/kg katsayıları ile çarpılmasıyla belirlendi.

4.4. Rasyonların A (vitamin A asetat) ve E (dl- α -tokopherly acetate) Vitamin Analizleri

Katılan A ve E miktarlarına göre; 18 mg/kg vitamin A ve 30 vitamin E katkılı kontrol rasyonu; 18 mg/kg vitamin A katkılı ve vitamin E katkısız D₁ rasyonu; 18 mg/kg vitamin A ve 60 mg/kg vitamin E katkılı D₂ rasyonu; vitamin A katkısız ve 30 mg/kg vitamin E katkılı D₃ rasyonu; 36 mg/kg vitamin A katkılı, 30 mg/kg vitamin E katkılı D₄ rasyonları oluşturuldu.

Araştırma rasyonlarının HPLC analiz vitamin A ve E düzeylerine ait sonuçlar Tablo 4.8' de verildi.

Tablo 4.8. Araştırma rasyonlarının HPLC analiz sonuçlarına göre A (vitamin A asetat) ve E (dl- α -tokopherly acetate) vitamin düzeyleri (mg/kg).

Vitaminler	K	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
A (mg/kg)	14,33	14,24	13,83	2,4	32,45
E (mg/kg)	25,12	13,3	54,41	26,23	25,96

4.5. Büyüme Parametreleri

4.5.1. Canlı Ağırlık

Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözülmüş oksijen düzeylerinde, kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslenmeleri sonucunda 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre kazandıkları canlı ağırlıklar arasındaki farklılıklar Tablo 4.9’da görülmektedir.

Tablo 4.9. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözülmüş oksijen düzeylerinde, deneme başı ve 1., 2., 3., 4., 5., ve 6. periyotlara göre ortalama canlı ağırlıkları (g)

4,4±0,19mg/l	D. Başlangıcı	Periyotlar Sonu					
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot
Kontrol	40,05±0,13	40,66±0,10	41,49±0,15 ^b	42,56±0,63 ^b	43,73±0,12 ^b	45,02±0,51 ^b	47,23±0,13 ^b
D ₁	41,40±0,11	41,74±0,08	42,21±0,11 ^{ab}	43,2±0,04 ^b	44,43±0,11 ^b	45,63±0,10 ^b	47,11±0,11 ^b
D ₂	41,39±0,10	41,65±0,13	42,62±0,10 ^{ab}	43,64±0,9 ^b	45,18±1,10 ^b	46,40±0,11 ^b	49,14±0,32 ^b
D ₃	41,49±0,12	41,96±0,05	42,58±1,14 ^{ab}	43,27±0,42 ^b	44,81±0,11 ^b	46,41±0,12 ^b	48,23±0,05 ^b
D ₄	40,59±0,11	41,14±0,13	42,06±0,1 ^b	43,2±0,11 ^b	44,68±0,13 ^b	46,21±0,11 ^b	48,19±0,96 ^b
7,6±0,16mg/l	D. Başlangıcı	1.periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot
Kontrol	41,04±0,98	42,61±0,65	44,4±0,13 ^a	46,66±0,13 ^a	48,89±0,12 ^a	51,49±0,41 ^a	54,96±0,1 ^a
D ₁	40,18±0,73	41,91±0,28	43,72±0,18 ^a	45,67±0,21 ^a	48,35±0,21 ^a	51,13±0,10 ^a	53,26±0,1 ^a
D ₂	40,39±1,25	41,47±0,13	43,12±0,2 ^a	45,71±0,16 ^a	47,91±0,14 ^a	51,15±0,09 ^a	53,78±0,10 ^a
D ₃	41,37±1,17	42,36±0,11	43,78±0,15 ^a	45,27±0,18 ^a	46,79±0,34 ^{ab}	49,66±0,11 ^a	53,07±0,90 ^a
D ₄	40,27±0,12	41,97±0,55	43,76±0,25 ^a	45,59±0,72 ^a	47,67±0,6 ^a	50,11±0,07 ^a	53,42±0,5 ^a
P	-	-	*	*	*	*	*

^{a- b} Aynı sütünde farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (Duncan Testi). -:p> 0,05, *: p<0,05

Tablo 4.9 incelendiğinde $4,4\pm0,19$ mg/l O₂’de balıkların, kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslenmesi sonucunda gruplar arası ortalama ağırlık değerlerinin deneme başlangıcı ve 1., 2., 3., 4., 5. ve 6. periyotlarda birbirine yakın olduğu belirlendi. Ancak $4,4\pm0,19$ mg/l O₂’de balıkların ortalama canlı ağırlık değerlerinin 2., 3., 4., 5. ve 6. periyotlarda daha düşük olduğu tespit edildi.

Varyans analizi sonuçlarına göre; araştırma gruplarının ortalama ağırlık değerleri arasındaki farkın, deneme başlangıcı ve 1. periyotta önemsiz (p>0,05) olduğu tespit edildi. Araştırmada, 2., 3., 4., 5. ve 6. periyotlarda ağırlık değerlerinin, $7,6\pm0,16$ mg/l oksijen düzeyinde K, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslenen grupların, $4,4\pm0,19$ mg/l oksijen düzeyinde, K, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslenen gruplara göre önemli oranda yüksek olduğu belirlendi (p<0,05).

4.5.2. Total Boy

Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözülmüş oksijen düzeylerinde, kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslenmeleri sonucunda 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre elde edilen ortalama total boy değerleri Tablo 4.10' da verildi.

Tablo 4.10. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözülmüş oksijen düzeylerinde, deneme başı ve 15 günlük 1., 2., 3., 4., 5., ve 6. periyotlara göre ortalama total boyları (cm)

4,4±0,19mg/l	D. Başlangıcı	Periyotlar Sonu					
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot
Kontrol	15,42±0,32	15,45±0,32	15,49±0,23	15,66±0,11	15,73±0,2	15,78±0,2 ^b	15,84±0,2 ^b
D ₁	15,40±0,10	15,44±0,14	15,51±0,13	15,71±0,14	15,76±0,1	15,81±0,1 ^b	15,87±0,2 ^b
D ₂	15,41±0,23	15,45±0,11	15,49±0,52	15,72±0,53	15,81±0,1	15,86±0,1 ^b	15,92±0,2 ^b
D ₃	15,42±0,21	15,44±0,02	15,48±0,21	15,59±0,23	15,66±0,1	15,72±0,3 ^b	15,78±0,1 ^b
D ₄	15,41±0,8	15,43±0,15	15,47±0,45	15,64±0,34	15,72±0,10	15,76±0,14 ^b	15,88±0,16 ^b
7,6±0,16mg/l	D. Başlangıcı	1.periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot
Kontrol	15,42±0,02	15,46±0,06	15,64±0,14	15,86±0,02	15,9±0,2	16,2±0,2 ^a	16,4±0,1 ^a
D ₁	15,40±0,05	15,43±0,09	15,68±0,21	15,73±0,14	15,93±0,1	16,23±0,2 ^a	16,41±0,2 ^a
D ₂	15,41±0,06	15,45±0,04	15,71±0,22	15,83±0,33	16,01±0,16	16,36±0,11 ^a	16,52±0,2 ^a
D ₃	15,41±0,01	15,43±0,03	15,69±0,34	15,75±0,34	16,05±0,1	16,28±0,3 ^a	16,4±0,25 ^a
D ₄	15,42±0,03	15,43±0,12	15,71±0,15	15,87±0,23	16,08±0,17	16,21±0,18 ^a	16,38±0,22 ^a
p	-	-	-	-	-	*	*

^{a-b} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (Duncan Testi).
-:p> 0,05, *: p<0,05

Yukarıdaki tablo incelendiğinde, $4,4\pm0,19$ mg/l O₂'de balıkların, kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslenmesi sonucunda gruplar arası ortalama total boy değerlerinin deneme başlangıcı ve 1., 2., 3. ve 4. periyotlarda birbirine yakın olduğu belirlendi. Çalışmada, $7,6\pm0,16$ mg/l O₂'de balıkların kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslendiğinde ortalama total boy değerlerinin deneme başlangıcı, 1., 2., 3. ve 4. periyotlarda birbirine yakın olduğu, ancak $4,4\pm0,19$ mg/l O₂'de total boy değerlerinin 5. ve 6. periyotlarda daha düşük olduğu tespit edildi.

Varyans analizi sonuçlarına göre; araştırma gruplarının ortalama total boy değerleri arasındaki farkın, deneme başlangıcı ve 1., 2., 3. ve 4. periyotlar süresince önemsiz (p>0,05) olduğu, 5. ve 6. periyotlarda ise, $7,6\pm0,16$ mg/l oksijen düzeyinde, K, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonları ile beslenen grupların, $4,4\pm0,19$ mg/l oksijen düzeyinde K, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonları ile beslenen gruplara göre total boy değerlerinin daha yüksek olduğu ve bu

periyotlar süresince aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli oranda yüksek olduğu ($p<0,05$) belirlendi.

4.5.3. Ağırlık Artışı

Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde, kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslenmeleri sonucunda 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre ağırlık artışı ile ilgili değerler Tablo 4.11 'de verildi.

Tablo 4.11 Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde, 15 günlük 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre ortalama canlı ağırlık artışı değerleri (g).

4,4±0,19mg/l	Periyotlar sonu						Ortalama
	1. periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot	
Kontrol	0,61±0,18	0,83±0,14 ^b	1,07±0,14 ^b	1,17±0,16 ^b	1,29±0,14 ^b	2,21±0,14 ^{ab}	1,15±0,13 ^b
D ₁	0,34±0,25	0,47±0,19 ^b	0,99±0,17 ^b	1,23±0,18 ^b	1,30±0,17 ^b	1,48±0,15 ^b	0,96±0,21 ^b
D ₂	0,26±0,18	0,97±0,07 ^b	1,02±0,13 ^b	1,54±0,17 ^b	1,64±0,13 ^b	2,32±0,11 ^{ab}	1,29±0,11 ^b
D ₃	0,52±0,12	0,62±0,18 ^b	1,14±0,06 ^b	1,19±0,18 ^b	1,52±0,15 ^b	1,83±0,14 ^b	1,12±0,11 ^b
D ₄	0,64±0,07	0,94±0,13 ^b	1,16±0,15 ^b	1,46±0,05 ^b	1,55±0,08 ^b	1,98±0,11 ^b	1,10±0,07 ^b
7,6±0,16mg/l	1.periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot	Ortalama
Kontrol	1,27±0,19	1,98±0,09 ^a	2,06±0,11 ^a	2,24±0,10 ^a	2,61±0,04 ^a	3,47±0,12 ^a	2,32±0,14 ^a
D ₁	1,23±0,15	1,81±0,12 ^a	1,95±0,10 ^a	2,68±0,12 ^a	2,78±0,17 ^a	2,83±0,11 ^{ab}	2,29±0,15 ^a
D ₂	1,08±0,18	1,66±0,12 ^a	2,19±0,04 ^a	2,21±0,13 ^a	2,34±0,13 ^a	3,63±0,12 ^a	2,18±0,14 ^a
D ₃	1,12±0,13	1,42±0,12 ^a	1,49±0,10 ^a	2,22±0,15 ^a	2,87±0,02 ^a	3,42±0,09 ^a	1,95±0,06 ^a
D ₄	1,20±0,18	1,79±0,14 ^a	1,84±0,11 ^a	1,99±0,12 ^a	2,53±0,05 ^a	3,31±0,10 ^a	2,19±0,08 ^a
P	-	*	*	*	*	*	*

^{a-b} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (Duncan Testi).
 -: $p>0,05$, *: $p<0,05$

Tablo 4.11 incelendiğinde, araştırma gruplarının canlı ağırlık artışlarının 1. periyotta önemsiz olduğu, 2., 3., 4., 5. ve 6. periyotlar süresince önemli ($p<0,05$) olduğu belirlendi. Araştırmada, $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen düzeyinde K, D₁, D₂, D₃ ve D₄ rasyonlarıyla beslenen grupların, $4,4\pm0,19$ mg/l çözünmüş oksijen düzeyine K, D₁, D₂, D₃ ve D₄ rasyonlarıyla beslenen gruplara göre 12 hafta süresince ortalama canlı ağırlık artışlarının daha yüksek olduğu, ve istatistiksel olarak gruplar arasındaki farklılıkların önemli olduğu ($p<0,05$) belirlendi.

4.5.4. Oransal Büyüme

Gökkuşığı alabalığı yavrularının, $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslenmeleri sonucunda elde edilen oransal büyümelerine ait değerler Tablo 4.12’de verildi.

Tablo 4.12. Araştırma gruplarındaki gökkuşığı alabalığı yavrularının $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde, 15 günlük 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre ortalama oransal büyümeleri (%)

4,4±0,19mg/l	Periyotlar sonu						Ortalama
	1. periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot	
Kontrol	1,32 ^b	2,04 ^b	2,57 ^b	2,74 ^c	2,94 ^b	4,90 ^b	2,78±1,86 ^b
D ₁	0,82 ^b	1,52 ^b	2,33 ^b	2,84 ^c	2,92 ^b	3,23 ^c	2,21±1,21 ^b
D ₂	0,62 ^b	2,32 ^b	2,39 ^b	3,52 ^{bc}	3,62 ^b	4,95 ^b	2,90±1,74 ^b
D ₃	1,01 ^b	1,45 ^b	2,67 ^b	2,72 ^c	3,34 ^b	3,62 ^c	2,51±1,35 ^b
D ₄	1,38 ^b	2,24 ^b	2,75 ^b	3,37 ^{bc}	3,42 ^b	4,23 ^b	2,89±1,45 ^b
7,6±0,16mg/l	1.periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot	Ortalama
Kontrol	3,85 ^a	3,85 ^a	4,4±0,199 ^a	4,81 ^b	5,33 ^a	6,73 ^{ab}	4,27±0,34 ^a
D ₁	4,30 ^a	4,31 ^a	4,46 ^a	4,85 ^b	5,53 ^a	5,71 ^b	4,83±0,56 ^a
D ₂	4,90 ^a	4,84 ^a	5,16 ^a	6,59 ^a	6,93 ^a	7,36 ^a	6,02±0,42 ^a
D ₃	3,96 ^a	3,35 ^a	3,44 ^{ab}	3,68 ^{bc}	6,78 ^a	6,67 ^{ab}	4,33±0,45 ^a
D ₄	4,22 ^a	4,27 ^a	4,18 ^a	4,37 ^b	5,31 ^a	6,72 ^{ab}	4,84±0,46 ^a
p	*	*	*	*	*	*	*

^{a-b} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (Duncan Testi). *: p<0,05

Yukarıdaki tablo incelendiğinde; araştırma gruplarının oransal büyüme değerlerinin 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlar ve 12 hafta süresince ortalama değerleri arasındaki farklılıkların önemli (p<0,05) olduğu belirlendi.

4.5.5. Spesifik Büyüme Oranı (SBO)

Gökkuşığı alabalığı yavrularının, $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslenmeleri sonucunda elde edilen spesifik büyüme oranlarına ait değerler Tablo 4.13’ de verildi.

Tablo 4.13. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının 4,4±0,19 mg/l ve 7,6±0,16 mg/l çözülmüş oksijen düzeylerinde, 15 günlük 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre ortalama spesifik büyüme oranları (%).

4,4±0,19mg/l	Periyotlar sonu						Ortalama
	1. periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot	
Kontrol	0,03 ^b	0,04 ^b	0,07 ^b	0,08 ^b	0,10 ^b	0,12 ^b	0,10±0,02 ^b
D ₁	0,03 ^b	0,04 ^b	0,05 ^b	0,07 ^b	0,09 ^b	0,10 ^b	0,09±0,01 ^b
D ₂	0,02 ^b	0,06 ^b	0,08 ^{ab}	0,10 ^b	0,12 ^{ab}	0,13 ^{ab}	0,11±0,01 ^b
D ₃	0,02 ^b	0,04 ^b	0,05 ^b	0,07 ^b	0,08 ^b	0,09 ^b	0,07±0,02 ^b
D ₄	0,03 ^b	0,06 ^b	0,07 ^b	0,09 ^b	0,11 ^{ab}	0,12 ^{ab}	0,10±0,01 ^b
7,6±0,16mg/l	1.periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot	Ortalama
Kontrol	0,10 ^a	0,13 ^a	0,13 ^a	0,14 ^a	0,15 ^a	0,18 ^a	0,16±0,01 ^a
D ₁	0,12 ^a	0,12 ^a	0,13 ^a	0,15 ^a	0,16 ^a	0,18 ^a	0,14±0,02 ^a
D ₂	0,13 ^a	0,13 ^a	0,14 ^a	0,18 ^a	0,19 ^a	0,23 ^a	0,19±0,01 ^a
D ₃	0,08 ^a	0,09 ^{ab}	0,11 ^a	0,13 ^{ab}	0,17 ^a	0,17 ^b	0,15±0,02 ^a
D ₄	0,11 ^a	0,12 ^a	0,12 ^a	0,13 ^{ab}	0,15 ^a	0,18 ^a	0,15±0,01 ^a
P	*	*	*	*	*	*	*

^{a-b} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (Duncan Testi). *: p<0,05

Spesifik büyüme oranlarına ait değerler incelendiğinde, 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlar ve 12 hafta süresince ortalama spesifik büyüme değerleri arasındaki farkın, 7,6±0,16 mg/l çözülmüş oksijende K, D₁, D₂, D₃, K₄ gruplarının, 4,4±0,19 mg/l çözülmüş oksijende K, D₁, D₂, D₃, D₄ gruplarına göre önemli oranda yüksek olduğu (p<0,05) belirlendi.

4.5.6. Kondisyon Faktörü

Deneme süresince, gökkuşağı alabalığı yavrularının, 4,4±0,19 mg/l ve 7,6±0,16 mg/l çözülmüş oksijen düzeylerinde kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslenmeleri sonucunda elde edilen kondisyon faktörüne ait değerler Tablo 4.14' de verildi.

Tablo 4.14. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının $4,4\pm 0,19$ mg/l ve $7,6\pm 0,16$ mg/l çözülmüş oksijen düzeylerinde, deneme başlangıcı ve 15 günlük 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre ortalama kondüsyon değerleri

4,4±0,19mg/l	D.Başlangıcı	Periyotlar sonu						Ortalama
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot	
Kontrol	1,09±0,03	1,10±0,03	1,11±0,06	1,11±0,08	1,12±0,07	1,14±0,03 ^b	1,17±0,12 ^b	1,13±0,08
D ₁	1,12±0,04	1,12±0,05	1,13±0,03	1,13±0,07	1,14±0,1	1,15±0,05 ^b	1,16±0,06 ^b	1,13±0,03
D ₂	1,13±0,06	1,13±0,02	1,14±0,04	1,14±0,06	1,15±0,06	1,16±0,10 ^b	1,20±0,13 ^b	1,16±0,09
D ₃	1,13±0,04	1,13±0,04	1,14±0,06	1,14±0,01	1,15±0,08	1,15±0,13 ^b	1,18±0,14 ^b	1,14±0,14
D ₄	1,10±0,07	1,10±0,09	1,13±0,04	1,13±0,09	1,15±0,07	1,16±0,03 ^b	1,2±0,03 ^{ab}	1,15±0,06
7,6±0,16mg/l	D.Başlangıcı	1.periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot	Ortalama
Kontrol	1,11±0,05	1,13±0,04	1,16±0,03	1,17±0,04	1,20±0,05	1,22±0,04 ^a	1,25±0,02 ^a	1,16±0,03
D ₁	1,09±0,05	1,11±0,02	1,13±0,04	1,17±0,09	1,19±0,03	1,21±0,05 ^a	1,23±0,03 ^a	1,16±0,02
D ₂	1,10±0,05	1,12±0,02	1,14±0,05	1,17±0,06	1,21±0,02	1,24±0,04 ^a	1,27±0,03 ^a	1,17±0,02
D ₃	1,09±0,05	1,14±0,01	1,13±0,04	1,17±0,07	1,19±0,03	1,21±0,05 ^a	1,25±0,03 ^a	1,16±0,02
D ₄	1,09±0,05	1,12±0,04	1,12±0,05	1,13±0,04	1,21±0,04	1,23±0,04 ^a	1,25±0,04 ^a	1,16±0,01
p	-	-	-	-	-	*	*	-

^{a- b} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (Duncan Testi).
-:p> 0,05, *: p<0,05

Yukarıdaki tablo incelendiğinde, araştırma gruplarının kondüsyon değerleri arasındaki farklılığın, 1., 2., 3., 4. periyotlar ve 12 hafta süresince önemsiz (p>0,05) olduğu, 5. ve 6. periyotlarda değerlerin önemli olduğu (p<0,05) belirlendi.

4.6. Yem Değerlendirme

4.6.1. Yem Dönüşüm Oranı

Gökkuşağı alabalığı yavrularının, $4,4\pm 0,19$ mg/l ve $7,6\pm 0,16$ mg/l çözülmüş oksijen düzeylerinde kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslenmeleri sonucunda elde edilen yem dönüşüm oranları Tablo 4.15’de verildi.

Tablo 4.15. Araştırma gruplarındaki balıkların 4,4±0,19 mg/l ve 7,6±0,16 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre yem dönüşüm oranı (g)

4,4±0,19mg/l	Periyotlar sonu						Ortalama
	1. periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot	
Kontrol	7,6±0,16±2,45 ^a	7,22±1,19 ^a	7,34±1,10 ^a	6,78±0,82 ^a	6,24±0,26 ^a	5,04±0,49 ^a	6,68±1,15 ^a
D ₁	7,48±1,2 ^a	7,96±1,11 ^a	7,47±1,39 ^a	6,68±0,98 ^a	6,23±0,15 ^a	5,70±0,15 ^a	6,92±1,12 ^a
D ₂	8,17±1,1 ^a	7,49±1,11 ^a	6,67±1,16 ^a	5,94±1,28 ^a	5,62±0,25 ^a	5,31±0,12 ^a	6,54±1,14 ^a
D ₃	9,82±2,11 ^a	8,66±1,12 ^a	7,18±0,98 ^a	6,82±0,13 ^a	6,58±0,17 ^a	6,25±0,14 ^a	7,41±1,34 ^a
D ₄	7,12±2,1 ^a	7,61±1,1 ^a	7,06±1,1 ^a	6,67±0,1 ^a	6,81±0,2 ^a	6,51±0,1 ^a	6,93±1,4 ^a
7,6±0,16mg/l	1.periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot	Ortalama
Kontrol	4,18±0,46 ^b	3,48±0,34 ^b	3,44±0,43 ^b	3,33±0,45 ^b	2,98±0,43 ^b	2,37±0,29 ^b	3,21±0,36 ^b
D ₁	3,71±0,72 ^b	3,70±0,43 ^b	3,58±0,28 ^b	2,76±0,22 ^b	2,57±0,34 ^b	2,50±0,45 ^b	3,23±0,75 ^b
D ₂	3,25±0,67 ^b	3,34±0,26 ^b	3,30±0,27 ^b	2,42±0,35 ^b	2,30±0,21 ^b	2,28±0,54 ^b	2,81±0,39 ^b
D ₃	5,48±0,52 ^b	4,77±0,22 ^b	3,70±0,38 ^b	3,54±0,24 ^b	2,60±0,46 ^b	2,33±0,34 ^b	3,73±0,35 ^b
D ₄	3,78±0,45 ^b	4,75±0,29 ^b	3,82±0,24 ^b	3,66±0,41 ^b	3,08±0,52 ^b	2,42±0,29 ^b	3,58±0,37 ^b
p	*	*	*	*	*	*	*

^{a-b} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (Duncan Testi).

*: p<0,05

Tablo 4.15 incelendiğinde, araştırma gruplarının 1., 2., 3., 4., 5. ve 6. periyotlar ve 12 hafta süresince ortalama yem dönüşüm oranları (YDO) arasındaki farklılıkların önemli (p>0,05) olduğu, 12 hafta süresince ortalama YDO değerlerinin, deneme gruplarında kontrol gruplarına göre daha yüksek olduğu gözlenirken en düşük değer K₃ grubundan elde edildi.

4.6.2. Protein Etkinlik Oranı (PEO)

Araştırma sonucunda, gökkuşağı alabalığı yavrularının, 4,4±0,19 mg/l ve 7,6±0,16 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslenmeleri ile elde edilen protein etkinlik oranları Tablo 4.16’da verildi.

Tablo 4.16. Araştırma gruplarındaki gökkuşuğu alabalığı yavrularının 4,4±0,19 mg/l ve 7,6±0,16 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre protein etkinlik oranı (%)

4,4±0,19mg/l	Periyotlar Sonu						Ortalama
	1. periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot	
Kontrol	0,13 ^c	0,51 ^b	0,76 ^b	0,90 ^b	1,09 ^b	1,69 ^{ab}	0,92±0,03 ^d
D ₁	0,12 ^c	0,28 ^b	0,70 ^b	0,94 ^b	1,10 ^b	1,31 ^b	0,75±0,03 ^d
D ₂	0,09 ^c	0,62 ^b	0,72 ^b	1,19 ^{ab}	1,39 ^a	1,75 ^{ab}	0,96±0,12 ^d
D ₃	0,15 ^c	0,38 ^b	0,81 ^b	0,91 ^b	1,06 ^b	1,26 ^b	0,78±0,01 ^d
D ₄	0,24 ^{bc}	0,57 ^b	0,83 ^b	1,13 ^{ab}	1,28 ^a	1,73 ^{ab}	0,96±0,02 ^d
7,6±0,16mg/l	1.periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot	Ortalama
Kontrol	0,91 ^a	1,16 ^a	1,20 ^a	1,32 ^a	1,54 ^a	2,08 ^{ab}	1,36±0,11 ^b
D ₁	1,01 ^a	1,07 ^a	1,14 ^a	1,57 ^a	1,65 ^a	1,67 ^{ab}	1,35±0,15 ^b
D ₂	1,07 ^a	1,20 ^a	1,35 ^a	1,84 ^a	2,08 ^a	2,24 ^a	1,64±0,11 ^a
D ₃	0,56 ^b	0,82 ^{ab}	1,05 ^b	1,18 ^{ab}	1,31 ^a	1,89 ^{ab}	1,13±0,12 ^c
D ₄	0,98 ^a	1,05 ^{ab}	1,07 ^b	1,16 ^{ab}	1,49 ^a	1,98 ^{ab}	1,28±0,13 ^b
p	*	*	*	*	*	*	*

^{a-b} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (Duncan Testi) . *: p<0,05

Araştırma gruplarının protein etkinlik oranları (PEO) arasındaki farklılıkların, 1., 2., 3., 4., 5. ve 6. periyotlar ve 12 hafta süresince ortalama değerlerinin önemli olduğu (p<0,05), kontrol grubu değerlerinin, deneme grubu değerlerine göre daha yüksek olduğu ve K₃ grubunun 12 hafta süresince ortalama PEO değerlerinin diğer gruplardan önemli düzeyde (p>0,05) yüksek olduğu belirlendi.

4.6.3. Protein Değerlendirme İndeksi (PDİ)

Araştırma gruplarındaki gökkuşuğu alabalığı yavrularının 4,4±0,19 mg/l ve 7,6±0,16 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde protein değerlendirme indeksi (PDİ) değerleri değerleri Tablo 4.17’de verildi.

Tablo 4.17. Araştırma gruplarındaki gökkuşuğu alabalığı yavrularının 4,4±0,19 mg/l ve 7,6±0,16 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlara göre protein değerlendirme indeksi (%)

Oksijen düzeyi	Kontrol	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	P
4,4±0,19mg/l	0,41±0,01 ^b	0,40±0,01 ^b	0,41±0,02 ^b	0,41±0,01 ^b	0,40±0,01 ^b	-
7,6±0,16mg/l	0,44±0,03 ^a	0,43±0,02 ^a	0,45±0,02 ^a	0,43±0,02 ^a	0,44±0,01 ^a	-
p	*	*	*	*	*	

^{a-b} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (Duncan Testi). -:p> 0,05, *: p<0,05

Araştırma gruplarının protein değerlendirme index (PDI) değerleri arasındaki farklılıkların önemli ($p>0,05$) olduğu ve kontrol grubu değerlerinin deneme gruplarına göre daha yüksek olduğu gözlemlendi.

4.7. Ölüm Oranı

Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözülmüş oksijen düzeylerinde deneme başlangıcı ve 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlar sonundaki balık sayıları Tablo 4.18’de verildi.

Tablo 4.18. Araştırma gruplarında, $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözülmüş oksijen düzeylerinde deneme başlangıcı ve 1., 2., 3., 4., 5., 6. periyotlar sonundaki balık sayıları

4,4±0,19mg/l	D.Başlangıcı	Periyotlar Sonu					
		1. periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot
Kontrol	60	48	47	45	42	42	41
D ₁	60	46	43	42	42	42	40
D ₂	60	48	45	44	45	45	43
D ₃	60	45	45	43	43	43	41
D ₄	60	49	49	46	45	45	44
7,6±0,16mg/l	D.Başlangıcı	1.periyot	2. periyot	3. periyot	4. periyot	5. periyot	6. periyot
Kontrol	60	60	57	57	57	56	56
D ₁	60	60	58	58	57	55	55
D ₂	60	58	58	57	57	57	54
D ₃	60	57	56	56	55	55	55
D ₄	60	58	57	57	56	56	55

4.8. Kan ve Doku Analizleri

4.8.1. Araştırma Gruplarının Plazma SOD Enzim Aktivite Düzeyleri

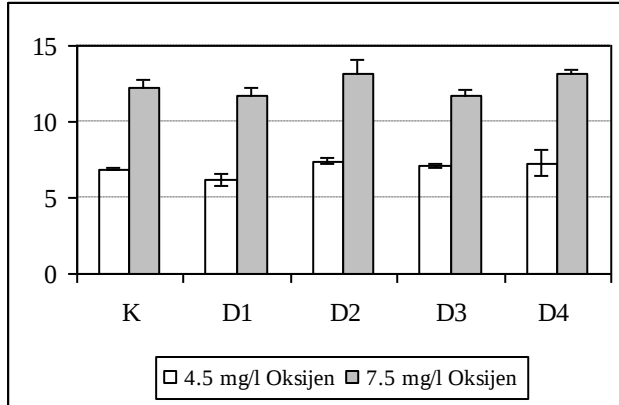
Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının, $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözülmüş oksijen düzeylerinde ortalama plazma SOD enzim aktivite değerleri Tablo 4.19’da verildi.

Tablo 4.19. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının 4,4±0,19 mg/l ve 7,6±0,16 mg/l çözülmüş oksijen düzeylerinde plazma SOD enzim aktivite değerleri (U/ml)

Oksijen düzeyi	Kontrol	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	p
4,4±0,19mg/l	6,9±0,11 ^e	6,2±0,35 ^f	7,4±0,17 ^d	7,1±0,1 ^d	7,3±0,19 ^d	*
7,6±0,16mg/l	12,3±0,41 ^b	11,7±0,35 ^c	13,1±0,17 ^a	11,7±0,1 ^c	13,2±0,19 ^a	*
p	**	**	**	**	**	

^{a-f} Aynı sütun ve satırda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (Duncan Testi). *: p<0,05, **:p<0,01

Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının ortalama plazma SOD enzim aktivite düzeyleri arasındaki farklılıkların p<0,01 düzeyinde önemli olduğu belirlendi. En yüksek SOD enzim aktivitesi 7,6±0,16 mg/l çözülmüş oksijende beslenen D₂ (13,1± 0,17) ve D₄ (13,2±0,19) gruplarında gözlenirken bunu sırasıyla; D₁ (11,7±0,35), K (12,3±0,41) ve D₃ (11,7±0,1) gruplarının izlediği tespit edildi. En düşük SOD enzim aktivitesi 4,4±0,19 mg/l çözülmüş oksijende beslenen D₁ (6,2±0,35) grubundan, deneme grupları arasında en yüksek SOD enzim aktivitesi D₂ (7,4±0,17) ve D₄ (7,3±0,19) gruplarından elde edilirken bunu sırasıyla; D₃ (7,1±0,1) ve K (6,9±0,11) gruplarının izlediği gözlemlendi (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının plazma süperoksit dismutaz aktivite (SOD) düzeyleri (U/ml).

4.8.2. Araştırma gruplarının Kas, Karaciğer ve Böbrek Dokularına Ait Vitamin A Düzeyleri

Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde kas, karaciğer ve böbrek dokularının vitamin A düzeyleri Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde kas, karaciğer ve böbrek dokularının vitamin A düzeyleri değerleri (mg/kg)

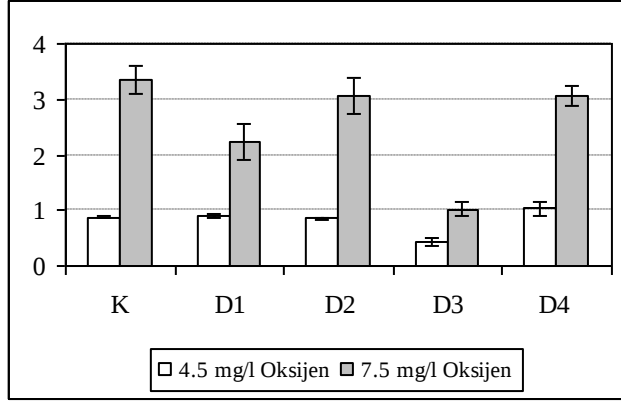
4,4±0,19 mg/l	Kas	Karaciğer	Böbrek
Kontrol	$0,87\pm0,02^c$	$3,97\pm0,87^d$	$0,07\pm0,09^c$
D ₁	$0,91\pm0,03^c$	$2,64\pm0,93^e$	$0,08\pm0,01^c$
D ₂	$0,85\pm0,03^c$	$2,80\pm0,46^e$	$0,08\pm0,01^c$
D ₃	$0,43\pm0,07^d$	$2,33\pm0,39^e$	$0,05\pm0,01^c$
D ₄	$1,03\pm0,12^c$	$3,63\pm0,94^d$	$0,12\pm0,02^b$
p	*	*	*
7,6±0,16 mg/l	Kas	Karaciğer	Böbrek
Kontrol	$3,35\pm0,25^a$	$6,73\pm1,29^b$	$0,16\pm0,39^a$
D ₁	$2,23\pm0,33^b$	$6,45\pm1,41^b$	$0,15\pm0,13^a$
D ₂	$3,08\pm0,32^a$	$7,84\pm1,23^a$	$0,16\pm0,41^a$
D ₃	$1,02\pm0,12^c$	$4,78\pm0,56^c$	$0,11\pm0,31^b$
D ₄	$3,07\pm0,18^a$	$7,43\pm1,34^a$	$0,18\pm0,25^a$
p	*	*	*

^{a-c}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur. (Duncan Testi) *: $p<0,05$

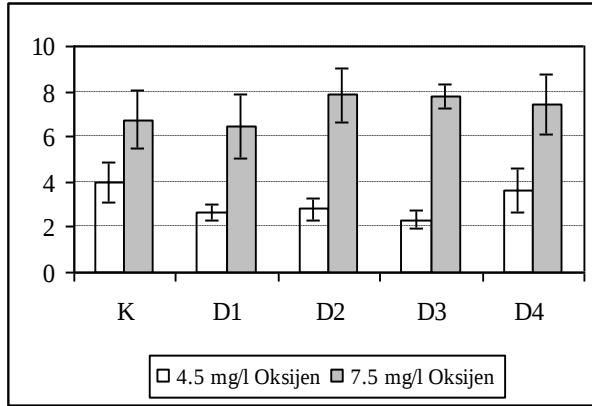
İstatistiksel değerlendirmeler sonucunda, kas, karaciğer ve böbrek dokularının vitamin A düzeyleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu (sırasıyla: $p<0,05$, $p<0,01$, $p<0,05$) tespit edildi. Çalışmada, $4,4\pm0,19$ mg/l çözünmüş oksijen düzeyinde beslenen balıkların kas dokusunda en yüksek vitamin A düzeyi D₄ grubundan, $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen düzeyinde beslenen balıkların kas dokusu vitamin A birikimi en fazla K grubundan elde edildi (Şekil 4.2).

Karaciğer dokusunun $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen düzeyinde beslenen balıkların vitamin A birikimlerinin, D₂ ve D₄ gruplarının dokularında diğer gruplara göre önemli düzeyde ($p<0,01$) yüksek olduğu gözlemlendi (Şekil 4.3).

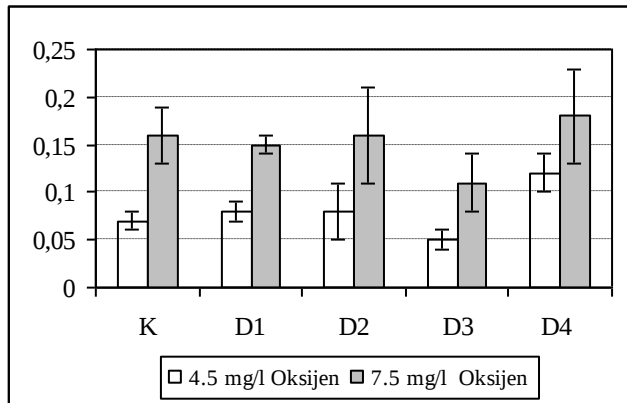
Böbrek dokusunun vitamin A birikimlerinin, $7,6 \pm 0,16$ mg/l çözülmüş oksijen düzeyinde beslenen balıklarda diğer gruplara göre önemli düzeyde ($p < 0,05$) yüksek olduğu ve en düşük birikimlerin $4,4 \pm 0,19$ mg/l çözülmüş oksijen düzeyinde beslenen balıklardan elde edildiği gözlemlendi (Şekil 4.4).



Şekil 4.2. Araştırma gruplarındaki gökkuşaağı alabalığı yavrularının kas dokularına ait vitamin A düzeyleri (mg/kg)



Şekil 4.3. Araştırma gruplarındaki gökkuşaağı alabalığı yavrularının karaciğer dokularındaki vitamin A düzeyleri (mg/kg)



Şekil 4.4. Araştırma gruplarındaki gökkuşaağı alabalığı yavrularının böbrek dokularına ait vitamin A düzeyleri (mg/kg)

4.8.3 Araştırma gruplarının Kas, Karaciğer ve Böbrek Dokularına Ait Vitamin E Düzeyleri

Araştırma gruplarındaki balıkların $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde kas, karaciğer ve böbrek dokularının vitamin E düzeyleri Tablo 4.21’de verilmiştir.

Tablo 4.21. Araştırma gruplarındaki gökkuşuğu alabalığı yavrularının $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde kas, karaciğer ve böbrek dokularının vitamin E düzeyleri değerleri (mg/kg)

4,4±0,19 mg/l	Kas	Karaciğer	Böbrek
Kontrol	$0,56\pm0,09^f$	$3,89\pm1,12^g$	$0,24\pm0,11^e$
D ₁	$0,34\pm0,08^g$	$3,79\pm1,3^g$	$0,13\pm0,14^f$
D ₂	$0,78\pm0,11^e$	$3,95\pm1,07^g$	$0,51\pm0,16^c$
D ₃	$0,65\pm0,12^e$	$4,43\pm1,26^f$	$0,39\pm0,13^d$
D ₄	$0,51\pm0,18^f$	$3,53\pm1,3^g$	$0,42\pm0,14^d$
p	*	*	*
7,6±0,16 mg/l	Kas	Karaciğer	Böbrek
Kontrol	$3,72\pm0,14^c$	$12,1\pm1,29^d$	$0,71\pm0,21^b$
D ₁	$2,07\pm0,1^d$	$9,29\pm0,32^e$	$0,53\pm0,11^c$
D ₂	$7,75\pm0,23^a$	$16,06\pm2,27^a$	$0,88\pm0,14^a$
D ₃	$4,05\pm0,12^c$	$14,84\pm1,1^b$	$0,75\pm0,16^b$
D ₄	$4,09\pm0,09^b$	$13,85\pm2,03^c$	$0,73\pm0,21^b$
p	*	*	*

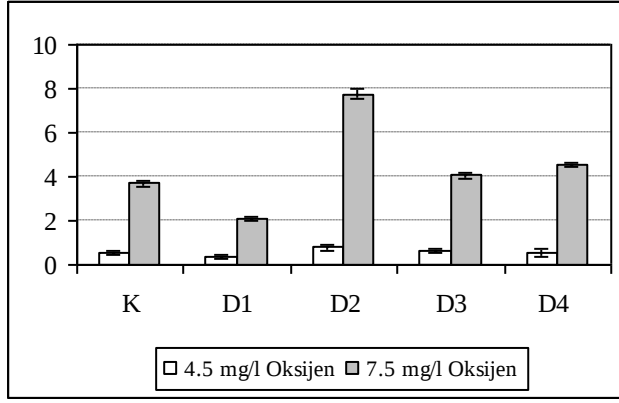
^{a-f} Aynı satır ve sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur. (Duncan Testi) *: $p<0,05$,

İstatistiksel değerlendirmeler sonucunda kas, karaciğer ve böbrek dokularının vitamin E düzeyleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu (sırasıyla; $p<0,01$, $p<0,01$, $p<0,05$) tespit edildi.

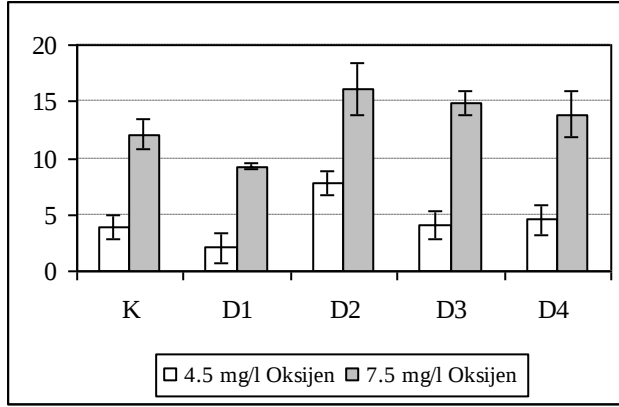
Kas dokusunda en yüksek vitamin E birikim düzeyi $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde D₂ grubu dokularından ve en düşük birikim düzeyi ise D₁ grubu dokularından elde edildi (Şekil 4.5).

Karaciğer dokusunun vitamin E birikim düzeylerinin, $4,4\pm0,19$ mg/l çözünmüş oksijende beslenmesi sonucunda D₃ grubunun diğer gruplara göre $p<0,01$ düzeyinde yüksek olduğu ve en düşük vitamin E birikim değerinin D₄ grubunda olduğu tespit belirlendi (Şekil. 4.6).

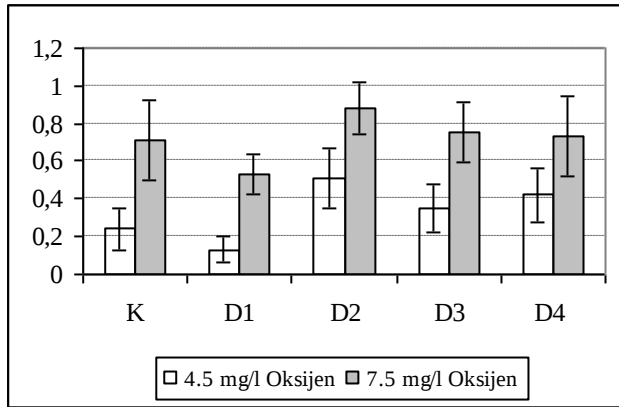
Böbrek dokusunun vitamin E birikimlerinin en yüksek D₃ grubu olduğu ve bunu sırasıyla; D₁, D₃ ve D₄ gruplarının izlediği belirlenirken en düşük birikimin D₁ grubunda olduğu gözlemlendi (Şekil 4.7).



Şekil 4.5. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının kas dokularına ait vitamin E düzeyleri(mg/kg)



Şekil 4.6. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının karaciğer dokularına ait vitamin E düzeyleri(mg/kg)



Şekil 4.7. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının böbrek dokularına ait vitamin E düzeyleri(mg/kg)

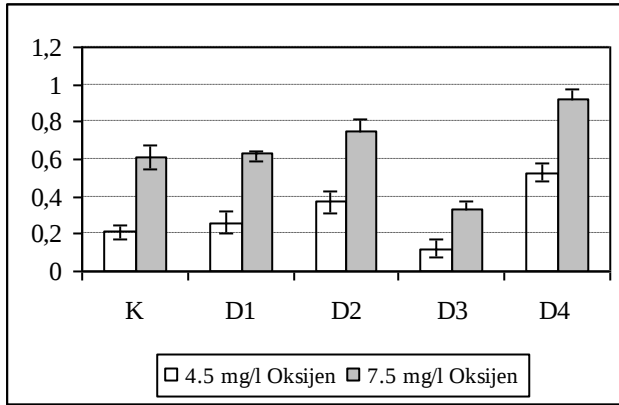
4.8.4 Araştırma Gruplarının Serum Vitamin A ve E Düzeyleri

Araştırma gruplarındaki balıkların $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde kan serumundaki A ve E vitamin düzeyleri belirlenerek Tablo 4.22’de verildi.

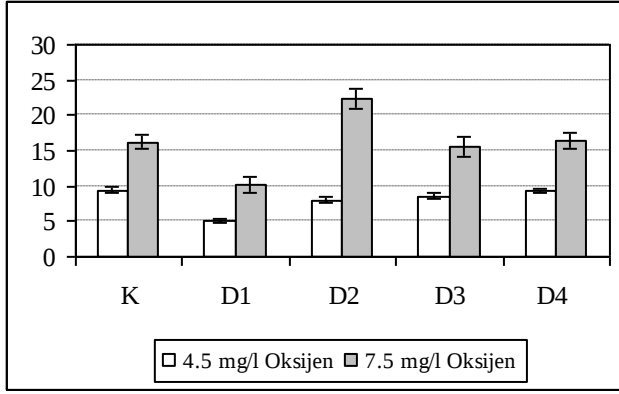
Tablo 4.22. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının $4,4\pm0,19$ mg/l ve $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde kas, karaciğer ve böbrek dokularının vitamin E düzeyleri değerleri (mg/l)

$4,4\pm0,19$ mg/l	Vitamin A	Vitamin E
Kontrol	$0,21\pm0,04^f$	$9,45\pm0,44^e$
D ₁	$0,26\pm0,06^f$	$5,17\pm0,3^g$
D ₂	$0,37\pm0,06^e$	$8,05\pm0,54^f$
D ₃	$0,12\pm0,05^h$	$8,59\pm0,39^f$
D ₄	$0,53\pm0,05^d$	$9,34\pm0,27^e$
p	*	*
$7,6\pm0,16$ mg/l	Vitamin A	Vitamin E
Kontrol	$0,61\pm0,06^c$	$16,23\pm0,9^b$
D ₁	$0,63\pm0,01^c$	$10,03\pm1,13^d$
D ₂	$0,75\pm0,06^b$	$22,42\pm1,44^a$
D ₃	$0,33\pm0,04^e$	$15,54\pm1,53^c$
D ₄	$0,92\pm0,05^a$	$16,41\pm1,2^b$
p	*	*

^{a-b}Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (Duncan Testi). *: $p<0,05$



Şekil 4.8. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının kan serumundaki A vitamin düzeyleri (mg/l)



Şekil 4.9. Araştırma gruplarındaki gökkuşağı alabalığı yavrularının kan serumundaki E vitamin düzeyleri (mg/l)

Araştırma gruplarındaki balıkların kan serumundaki A ve E vitamin düzeyleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu (sırasıyla; $p<0,01$, $p<0,05$) belirlendi. Çalışmada D_3 grubu serum vitamin A oranının diğer gruplara göre önemli düzeyde ($p<0,01$) yüksek olduğu ve en düşük vitamin A oranının D_4 grubu serumlarından elde edildi. (Şekil 4.8). En yüksek vitamin E oranı ise D_5 grubu serumlarında, en düşük vitamin E oranı ise D_1 grubu serumlarında gözlemlendi (Şekil 4.9).

4.9. Araştırmada Kullanılan Rasyonların Ham Besin Madde Değerleri, $4,4\pm0,19$ mg/l Çözülmüş Oksijen Düzeyinde Büyüme Parametreleri, Kan ve Doku analizleri

Araştırmada kullanılan rasyonların ham besin madde değerleri, $7,6\pm0,16$ mg/l çözülmüş oksijen düzeyinde büyüme parametreleri, kan ve doku analizleri belirlenerek Tablo 4.23’de verildi.

Tablo 4.23. Araştırmada kullanılan rasyonların ham besin madde değerleri, kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ gruplarındaki balıkların 4,4±0,19 mg/l çözülmüş oksijen düzeyinde büyüme parametreleri, plazma SOD enzim değerleri, kas, karaciğer ve böbrek dokularının vitamin A ve E düzeyleri ve serum vitamin A ve E düzeyleri

Parametreler	Kontrol	_D ₁ _	D ₂	_D ₃ _	D ₄	p
Protein	44,48±0,22	44,12±0,95	43,48±0,32	43,91±0,45	43,74±0,43	-
Yağ	8,02±0,34	8,32±0,56	7,02±0,41	8,45±0,34	7,25±0,22	-
Kül	13,10±0,56	12,14±0,34	14,10±0,13	13,03±0,32	13,16±0,43	-
Selüloz	4,12±0,4	4,08±0,51	3,92±0,37	4,18±0,34	4,19±0,23	-
Az.Öz Madde	24,02±0,34	23,52±0,25	24,14±0,46	24,15±0,71	24,07±0,62	-
Nem	6,26±0,23	5,53±0,35	6,04±0,47	6,39±0,37	5,96±0,18	-
Canlı Ağırlık	47,23±0,13	47,11±0,11	49,14±0,32	48,23±0,05	48,19±0,96	-
Total Boy	15,84±0,2	15,87±0,2	15,92±0,2	15,78±0,1	15,88±0,16	-
CanlıAğ.Artış.	1,15±0,13	0,96±0,21	1,29±0,11	1,12±0,11	1,10±0,07	-
Oransal Büy.	2,78±1,86	2,21±1,21	2,90±1,74	2,51±1,35	2,89±1,45	-
Spesifik Büy	0,10±0,02	0,09±0,01	0,11±0,01	0,07±0,02	0,10±0,01	-
Kondüsyon F.	1,13±0,08	1,13±0,03	1,16±0,09	1,14±0,14 ^b	1,15±0,06	-
Yem Dön. O.	6,68±1,15	6,92±1,12	6,54±1,14	7,41±1,34	6,93±1,4	-
PEO	0,92±0,03	0,75±0,03	0,96±0,12	0,78±0,01	0,96±0,02	-
PDİ	0,41±0,01	0,40±0,01	0,41±0,02	0,41±0,01	0,41±0,01	-
Plazma Sod	6,9±0,11 ^b	_ 6,2±0,35 ^c _	7,4±0,17 ^a	_ 7,1±0,1 ^a _	7,3±0,19 ^a	*
Vit. A kas	0,87±0,02 ^a	_ 0,91±0,03 ^a _	0,85±0,03 ^a	_ 0,43±0,07 ^b _	1,03±0,12 ^a	*
Vit.Akaraciğer	3,97±0,87 ^a	_ 2,64±0,93 ^b _	2,80±0,46 ^b	_ 2,33±0,39 ^b _	3,63±0,94 ^a	*
Vit.A Böbrek	0,07±0,09 ^b	_ 0,08±0,01 ^b _	0,08±0,01 ^b	_ 0,05±0,01 ^b _	0,12±0,02 ^a	*
Vit. E kas	0,56±0,09 ^b	_ 0,34±0,08 ^c _	0,78±0,11 ^a	_ 0,65±0,12 ^a _	0,51±0,18 ^b	*
Vit.Ekaraciğer	3,89±1,12 ^b	_ 3,79±1,3 ^b _	3,95±1,07 ^b	_ 4,43±1,26 ^a _	_ 3,53±1,3 ^b _	*
Vit.E Böbrek	0,24±0,11 ^c	_ 0,13±0,14 ^d _	0,51±0,16 ^a	_ 0,39±0,13 ^b _	0,42±0,14 ^b	*
Vit.A Serum	0,21±0,04 ^c	_ 0,26±0,06 ^c _	0,37±0,06 ^b	_ 0,12±0,05 ^d _	0,53±0,05 ^a	*
Vit.E Serum	9,45±0,44 ^a	_ 5,17±0,3 ^c _	8,05±0,54 ^b	_ 8,59±0,39 ^b _	9,34±0,27 ^a	*

^{a-d} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (Duncan Testi). -:p> 0,05, *: p<0,05

Tablo 4.23 incelendiğinde, araştırma gruplarının ham besin madde değerleri (protein, yağ, kül, selüloz, azotsuz öz madde ve nem) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı (p>0,05) belirlendi. Kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ gruplarında, 4,4±0,19 mg/l çözülmüş oksijen bulunan ortamda balıkların büyüme parametre değerleri (canlı ağırlık, total boy, canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme, kondüsyon faktörü, yem dönüşüm oranı, protein değerlendirme oranı, protein değerlendirme indeksi) arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı (p>0,05) ancak rakamsal bazı

farklılıkların olduğu tespit edildi. Buna göre; $4,4 \pm 0,19$ mg/l çözülmüş O_2 bulunan ortamda, rakamsal olarak en yüksek canlı ağırlık değerleri 18 mg/kg vitamin A ve 60 mg/kg vitamin E katkılı D_2 rasyonuyla beslenen balıklardan elde edilirken, en düşük değer vitamin E katkısız ve 18 mg/kg vitamin A katkılı D_1 rasyonuyla beslenen balıklardan elde edildi. Araştırma gruplarında en yüksek total boy değeri D_2 rasyonuyla beslenen balıklarda gözlemlendi. Canlı ağırlık artışı en yüksek D_2 rasyonuyla beslenen balıklarda, canlı ağırlık artışı en düşük vitamin E katkısının yapılmadığı D_1 rasyonuyla beslenen balıklarda belirlendi. Balıkların oransal büyüme değeri en yüksek D_2 , rasyonuyla beslenen gruplardan elde edilirken bunu sırasıyla 36 mg/kg vitamin A ve 30 mg/kg vitamin E katkılı D_4 rasyonu ile 18 mg/kg vitamin A ve 30 mg/kg vitamin E katkılı kontrol rasyonunun izlediği tespit edildi. En yüksek spesifik büyüme oranı ve kondüsyon faktörü, D_2 ve D_4 rasyonlarıyla beslenen balıklarda gözlemlendi. Araştırma gruplarında, en kötü yem dönüşüm oranı, vitamin A katkısız ve 30 mg/kg vitamin E katkılı D_3 rasyonuyla beslenen balıklardan, en iyi yem dönüşüm oranı, D_2 rasyonu ile beslenen balıklardan elde edildi. Protein değerlendirme oranları gruplar arasında, en düşük vitamin E katkısız D_1 ve vitamin A katkısız D_3 rasyonlarından sağlandı. Plazma SOD enzim aktivite değerleri, en yüksek 60 mg/kg vitamin E katkılı D_2 rasyonundan elde edilirken bunu sırasıyla, 30 mg/kg vitamin E katkılı D_3 ve 30 mg/kg vitamin E katkılı D_4 rasyonlarının izlediği belirlendi. En düşük SOD enzim aktivitesi rasyonlarına vitamin E ilavesinin yapılmadığı D_1 grubundan elde edildi ve diğer gruplardan istatistiksel olarak $p < 0,05$ oranında düşük olduğu gözlemlendi. Kas dokusunda en düşük vitamin A birikimi vitamin A katkısının yapılmadığı D_3 rasyonu ile beslenen balıklardan, en düşük vitamin E birikimi ise vitamin E katkısının yapılmadığı D_1 rasyonu ile beslenen balıklardan elde edildi. Karaciğer dokusunda en düşük vitamin A birikimi vitamin A katkısının yapılmadığı D_3 rasyonu ile beslenen balıklardan, en düşük vitamin E birikimi ise vitamin E katkısının yapılmadığı D_1 rasyonu ile beslenen balıklardan elde edildi. Böbrek dokusunda en düşük vitamin A birikimi vitamin A katkısız D_3 rasyonu ile beslenen balıklardan, en düşük vitamin E birikimi ise vitamin E katkısız D_1 rasyonu ile beslenen balıklardan elde edildi. Serum vitamin A birikimi en yüksek 36 mg/kg vitamin A katkılı D_4 rasyonu ile beslenen balıklarda gözlenirken en düşük birikim vitamin A katkısının yapılmadığı D_3 grubundan elde edildi. Serumda en yüksek vitamin E değeri kontrol ve D_4 gruplarında gözlemlendi.

4.10. Araştırmada Kullanılan Rasyonların Ham Besin Madde Değerleri, 7,6±0,16 mg/l Çözünmüş Oksijen Düzeyinde Büyüme Parametreleri, Kan ve Doku Analizleri

Araştırmada kullanılan rasyonların ham besin madde değerleri, 7,6±0,16 mg/l çözünmüş oksijen düzeyinde büyüme parametreleri, kan ve doku analizleri belirlenerek Tablo 4.24’de verildi.

Tablo 4.24. Araştırmada kullanılan rasyonların ham besin madde değerleri, kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ gruplarındaki balıkların 7,6±0,16 mg/l çözünmüş oksijen düzeyinde büyüme parametreleri, plazma SOD enzim değerleri, kas, karaciğer ve böbrek dokularının vitamin A ve E düzeyleri ve serum vitamin A ve E düzeyleri.

Parametreler	Kontrol	_D ₁ _	D ₂	_D ₃ _	D ₄	p
Protein	44,48±0,22	44,12±0,95	43,48±0,32	43,91±0,45	43,74±0,43	-
Yağ	8,02±0,34	8,32±0,56	7,02±0,41	8,45±0,34	7,25±0,22	-
Kül	13,10±0,56	12,14±0,34	14,10±0,13	13,03±0,32	13,16±0,43	-
Selüloz	4,12±0,4	4,08±0,51	3,92±0,37	4,18±0,34	4,19±0,23	-
Az.Öz Madde	24,02±0,34	23,52±0,25	24,14±0,46	24,15±0,71	24,07±0,62	-
Nem	6,26±0,23	5,53±0,35	6,04±0,47	6,39±0,37	5,96±0,18	-
Canlı Ağırlık	54,96±0,1	53,26±0,1	53,78±0,10	53,07±0,90	53,42±0,5	-
Total Boy	16,4±0,1	16,41±0,2	16,52±0,2	16,4±0,25	16,38±0,22	-
CanlıAğ.Artış.	2,32±0,14	2,29±0,15	2,18±0,14	1,95±0,06	2,19±0,08	-
Oransal Büy.	4,27±0,34	4,83±0,56	6,02±0,42	4,33±0,45	4,84±0,46	-
Spesifik Büy.	0,16±0,01	0,14±0,02	0,19±0,01	0,15±0,02	0,15±0,01	-
Kondüsyon F.	1,16±0,03	1,16±0,02	1,17±0,02	1,16±0,02	1,16±0,01	-
Yem Dön. O.	3,21±0,36	3,23±0,75	2,81±0,39	3,73±0,35	3,58±0,37	-
PEO	1,36±0,11	1,35±0,15	1,64±0,11	1,13±0,12	1,28±0,13	-
PDİ	0,44±0,03	0,43±0,02	0,45±0,02	0,43±0,02	0,44±0,01	-
Plazma Sod	12,3±0,41 ^b	_11,7±0,35 ^c _	13,1±0,17 ^a	_11,7±0,1 ^c _	13,2±0,19 ^a	*
Vit. A kas	3,35±0,25 ^a	_2,23±0,33 ^b _	3,08±0,32 ^a	_1,02±0,12 ^c _	3,07±0,18 ^a	*
Vit.Akaraciğer	6,73±1,29 ^b	_6,45±1,41 ^b _	7,84±1,23 ^a	_4,78±0,56 ^c _	7,43±1,34 ^a	*
Vit.A Böbrek	0,16±0,39 ^a	_0,15±0,13 ^a _	0,16±0,41 ^a	_0,11±0,31 ^b _	0,18±0,25 ^a	*
Vit. E kas	3,72±0,14 ^c	_2,07±0,1 ^d _	7,75 ±0,23 ^a	_4,05±0,12 ^c _	4,09±0,09 ^b	*
Vit.Ekaraciğer	12,1±1,29 ^d	_9,29±0,32 ^e _	16,06±2,27 ^a	_14,84±1,1 ^b _	13,85±2,03 ^c	*
Vit.E Böbrek	0,71±0,21 ^b	0,53±0,11 ^c	0,88±0,14 ^a	_0,75±0,16 ^b _	0,73±0,21 ^b	*
Vit.A Serum	0,61±0,06 ^c	_0,63±0,01 ^c _	0,75±0,06 ^b	_0,33±0,04 ^e _	0,92±0,05 ^a	*
Vit.E Serum	16,23±0,9 ^b	_10,03±1,13 ^d _	22,42±1,44 ^a	_15,54±1,53 ^c _	16,41±1,2 ^b	*

^{a-e}Aynı satırda farklı harflerle gösterilen rakamlar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (Duncan Testi) -:p> 0,05, *: p<0,05

Tablo 4.24 incelendiğinde, araştırma gruplarının ham besin madde değerleri (protein, yağ, kül, selüloz, azotsuz öz madde ve nem) arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı (p>0,05) belirlendi. Kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ gruplarında, 7,6±0,16 mg/l çözünmüş oksijen bulunan ortamda balıkların büyüme parametre değerleri (canlı ağırlık,

total boy, canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, spesifik büyüme, kondüsyon faktörü, yem dönüşüm oranı, protein değerlendirme oranı, protein değerlendirme indeksi) arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$) ancak rakamsal bazı farklılıkların olduğu tespit edildi. Buna göre, stres oluşturulmayan ($7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş O_2 düzeyinde) balıklarda rakamsal olarak en yüksek canlı ağırlık değeri, 18 mg/kg vitamin A katkılı, 30 mg/kg vitamin E katkılı kontrol rasyonu ile beslenen balıklarda saptanırken, bunu D_2 rasyonunun izlediği belirlendi. En yüksek total boy, oransal büyüme, spesifik büyüme, kondüsyon değerleri, D_2 rasyonu ile beslenen balıklardan elde edildi. En iyi yem dönüşüm oranı ve protein etkinlik oranı D_2 rasyonu ile beslenen balıklarda, en düşük protein etkinlik oranı D_3 rasyonunda, en düşük protein değerlendirme indeksi D_1 ve D_3 rasyonlarıyla beslenen balıklarda gözlemlendi. Plazma SOD enzim değerleri, en düşük, vitamin E katkısının yapılmadığı D_1 rasyonu ile beslenen balıklardan elde edildi. En yüksek SOD enzim aktivitesi rasyonlarına 60 mg/kg vitamin E ilavesinin yapıldığı D_2 grubundan ve 30 mg/kg vitamin E ilavesinin yapıldığı D_4 grubundan elde edildi ve diğer gruplardan istatistiksel olarak $p<0,05$ farklı olduğu gözlemlendi. Kas dokusunda en yüksek vitamin A birikimi kontrol, D_2 ve D_4 gruplarından elde edilirken, en düşük vitamin E birikimi ise vitamin E katkısının yapılmadığı D_1 rasyonu ile beslenen balıklardan elde edildi. Karaciğer dokusunda en düşük vitamin A birikimi vitamin A katkısının yapılmadığı D_3 rasyonu ile beslenen balıklardan, en düşük vitamin E birikimi ise vitamin E katkısının yapılmadığı D_1 rasyonu ile beslenen balıklardan elde edildi. Böbrek dokusunda en düşük vitamin A birikimi vitamin A katkısının yapılmadığı D_3 rasyonu ile beslenen balıklardan, en düşük vitamin E birikimi ise vitamin E katkısının yapılmadığı D_1 rasyonu ile beslenen balıklardan elde edildi. Serum vitamin A birikimi en yüksek 36 mg/kg vitamin A katkısının yapıldığı D_4 rasyonu ile beslenen balıklarda gözlenirken en düşük birikim vitamin A katkısının yapılmadığı D_3 grubundan elde edildi. En yüksek vitamin E birikimi ise D_2 rasyonu ile beslenen gruptan sağlandı.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, farklı oranlarda A ve E vitamini katılarak hazırlanan deneme rasyonları ile beslenen gökkuşağı alabalığı yavrularının, düşük çözünmüş oksijen düzeyinde ($4,4\pm0,19$ mg/l) stres oluşturulan ve optimal oksijen düzeyinde ($7,6\pm0,16$ mg/l) stres oluşturulmayan araştırma gruplarında (K, D₁, D₂, D₃, D₄); yem analizleri (ham protein, ham yağ, ham kül, ham selüloz, azotsuz öz madde ve nem oranları), balığın büyümesi (ağırlık artışı, total boy, oransal büyüme, spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü), yem değerlendirmesi (yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, protein değerlendirme indeksi), kan ve doku analizleri (12 hafta süre sonunda plazma SOD enzim aktivite düzeyi, kas, karaciğer, böbrek dokularında vitamin A ve E birikim düzeyleri, kan serumunda vitamin A ve E birikim düzeyleri) belirlenerek $4,4\pm0,19$ mg/l çözünmüş oksijen düzeyinde stres oluşturulan ve $7,6\pm0,16$ mg/l oksijende stres oluşturulmayan gruplar bu konuda daha önceki araştırmacıların elde ettikleri bulgular ile karşılaştırıldı.

5.1. Araştırmada Kullanılan Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Çeşitli araştırmacılar, alabalık yetiştiriciliğinde suyun çözünmüş oksijen konsantrasyonunun 5 mg/l' nin altına düşmemesi gerektiğini, optimal çözünmüş oksijen konsantrasyonunun 7-9 mg/l olduğunu bildirmişlerdir (Dabrowski ve diğ., 2004; Çetinkaya, 1995, Çelikkale, 1994). Arda ve diğ. (2002) alabalık için normal oksijen gereksiniminin 8 mg/l olduğunu, yaz aylarında 5 mg/l' nin yeterli olabileceğini, 4 mg/l' de solunum güçlüğü, 3 mg/l' de ise yavaş ölümün gerçekleştiğini, Pedersen (1987), gökkuşağı alabalığının 4 mg/l ve 5 mg/l' nin altındaki oksijen düzeylerinde büyümede gerileme, renklerinde koyulaşma, yüzmede yavaşlama görüldüğünü belirtmiş ve en iyi gelişimin çözünmüş oksijen düzeyi 7-8 mg/l olan sulara olduğunu bildirmişlerdir.

Bu araştırmada $4,4\pm0,19$ mg/l çözünmüş oksijen konsantrasyonunda, gökkuşağı alabalığı yavrularının, yem alımında yavaşlama ve buna bağlı olarak büyümede gerileme, hareketlerinde durgunluk, renklerinde koyulaşma, yavaş ölüm gerçekleştiği; $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijen konsantrasyonunda balıkların daha iyi geliştikleri aktif yem aldıkları gözlemlendi. Yukarıdaki araştırmacıların belirttikleri sonuçlar ile çalışmada elde edilen sonuçların uyumlu olduğu görülmektedir.

Çetinkaya, (1995), alabalık yetiştiriciliğinde yavruların yem alımı ve büyümeleri için istenilen su sıcaklığının 8-13 °C aralığında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Geldiay ve Balık (1999), tatlı su balıklarının yaşamları için genellikle suyun pH değerinin 6,7-8,2 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada suyun sıcaklık değerinin 7,6-8,7 ve pH değerinin 8,1-8,2 aralığında olduğu belirlenmiştir. Buna göre çalışmada tespit edilen ortalama pH ve sıcaklık değerlerinin bu değerler arasında olduğu belirlenmiştir.

5.2. Araştırma Rasyonlarının Yapısı

Gökkuşluğu alabalığı rasyonlarında bulunması gereken ham protein ve ham yağ ihtiyaçlarını Puangkaew ve diğ. (2005) % 43-45 ham protein, %7,1-7,8 ham yağ; Bekiroğlu ve diğ. (1995) % 43,67-45,58 ham protein, % 10,73-14,21 ham yağ, Kiron ve diğ. (2004) % 47,2-47,9 ham protein, % 7,4-8,8 ham yağ, Hidalgo ve diğ. (2002) % 45 ham protein, %11 ham yağ, Sage ve diğ. (2003) % 45 ham protein olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, grupların ham protein oranları, kontrol %44,48, D₁ 44,12, D₂ 43,48, D₃ 43,91, D₄ 43,74 olarak, ham yağ oranları ise; kontrol % 8,02, D₁ 8,32, D₂ 7,02, D₃ 8,45, D₄ 7,25 olarak belirlenmiştir. Kullanılan rasyonların ham protein ve ham yağ değerleri yukarıdaki araştırmacıların bildirdiği değerler ile paralellik göstermektedir.

Tekinay ve diğ., (2009), Bilgüven ve Kurt (2002), ve Gümüş ve İkiz, (2009), tarafından hazırlanan rasyonlarda, ham kül oranının % 7,5-11,5 arasında olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada grupların ham kül oranları, kontrol % 13,10±0,56, D₁ 12,14±0,34, D₂ 14,10±0,13, D₃ 13,03±0,32, D₄ 13,16±0,43 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin, yukarıda belirtilen araştırmacıların elde ettikleri değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Bilgüven ve Kurt (2002), tarafından hazırlanan rasyonda ham selüloz oranının % 2,37- 2,26 olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada grupların ham selüloz oranları, kontrol % 4,12±0,4, D₁ 4,08±0,51, D₂ 3,92±0,37, D₃ 4,18±0,34, D₄ 4,19±0,23 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin, araştırmacının elde ettiği değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma rasyonlarındaki azotsuz öz madde miktarlarını Köprücü ve Özdemir, (2002) % 18-17, Bilgüven ve Kurt (2002) % 25-30 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada azotsuz öz madde oranları, kontrol % 24,02±0,34, D₁ % 23,52±0,25, D₂ % 24,14±0,46, D₃ % 24,15±0,71, D₄ % 24,07±0,62 olarak belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen değerler, araştırmacının elde ettiği değerin sınırları arasında yer almaktadır.

Araştırma rasyonlarındaki nem miktarlarını Türker ve Dernekbaşı, (2006) %7, Gümüş ve İkiz, (2009) %5,5, Wang ve diğ., (2006) %13,5 olarak belirlemişlerdir. Bu araştırmada elde edilen değerler, Wang ve diğ., (2006)' in elde ettiği değerlerden düşük olduğu, ancak yukarıda belirtilen diğer araştırmacıların değerlerine paralel olduğu tespit edilmiştir.

5.3. Büyüme Parametreleri

5.3.1. Canlı Ağırlık

Bai ve Gatlin, (1993) tarafından yapılan bir çalışmada, başlangıç ağırlığı 36,4 g olan gökkuşağı alabalığının yemlerine 0, 240 ve 1000 mg/kg arasındaki değerlerde vitamin E katkısı yapılarak 6 hafta sonunda canlı ağırlıklarını sırasıyla; 84,8 g, 64,4 g, 70,7 g olarak tespit etmişler ve en yüksek canlı ağırlık değerini, 1000 mg/kg vitamin E katkılı rasyonla beslenen gruptan sağlamışlardır. Frigg ve diğ. (1990), başlangıç ağırlıkları 150 g olan alabalıkları 0, 50, 100 ve 200 mg/kg vitamin E katkısının yapıldığı rasyonlarla 85 gün beslemiş ve canlı ağırlıklarının sırasıyla; 350 g, 386 g, 371 g ve 396 g olarak tespit etmişlerdir. En yüksek canlı ağırlık değerini, E vitamin oranı 200 mg/kg olan rasyonla beslenen gruptan elde etmişlerdir. Huang ve Huang (2004), başlangıç ağırlığı 402 g olan gökkuşağı alabalığı yemlerine 11, 29, 50 ve 105 mg/kg vitamin E katarak 10 hafta süreyle beslemiş ve canlı ağırlıkları sırasıyla; 508 g, 498 g, 561 g, 587 g, olarak tespit etmişlerdir. En düşük canlı ağırlık kazancının, E vitamin katkısı 29 mg/kg ve 11 mg/kg olan yemlerle beslenen balıklarda olduğunu belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, $4,4 \pm 0,19$ mg/l çözülmüş oksijen bulunan ortamda (stres oluşturulan), başlangıç canlı ağırlıkları 41,1 g olan balıkların farklı oranlarda A ve E vitamini ile 12 hafta süreyle beslenmeleri sonucunda gruplara göre canlı ağırlık değerleri, kontrol 47,23 g, D₁ 47,11 g, D₂ 49,14 g, D₃ 48,23 g, D₄ 48,19 g olarak tespit edilmiştir. En yüksek canlı ağırlık değeri, 18 mg/kg vitamin A ve 60 mg/kg vitamin E katkılı D₂ rasyonundan elde edilmiştir. Stres oluşturulmamış ($7,6 \pm 0,16$ mg/l oksijen düzeyinde) balıkların farklı oranlarda A ve E vitamini ile 12 hafta süreyle beslenmeleri sonucunda gruplara göre canlı ağırlık değerlerinin, kontrol 54,96 g, D₁ 53,26 g, D₂ 53,78 g, D₃ 53,07 g, D₄ 53,42 g olduğu gözlenmiştir. Buna göre stressiz ortamda balıklarda en yüksek canlı ağırlık değeri, 18 mg/kg vitamin A ve 30 mg/kg vitamin E katkılı kontrol rasyonu ve 18 mg/kg vitamin A ve 60 mg/kg vitamin E katkılı D₂ rasyonundan elde edilmiştir. Çalışmada, 12 hafta sonunda, $7,6 \pm 0,16$ mg/l oksijen düzeyinde kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄

rasyonlarıyla beslenen grupların ortalama oransal büyüme değerleri, $4,4 \pm 0,19$ mg/l oksijen düzeyinde, kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslenen gruplara göre önemli oranda yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Yukarıda belirtilen araştırmacılar, stressiz şartlarda E vitamini katkısının, balıkların canlı ağırlıklarını önemli oranda arttırdığını saptamışlardır. Bu çalışmada, rasyonlara farklı ilave oranda ilave edilen A ve E vitaminlerinin stresli ve stressiz şartlarda balıkların canlı ağırlık değerlerini artırdığı tespit edilmiş ve araştırmacıların bulgularını doğrular nitelikte olduğu görülmüştür.

5.3.2. Total Boy

Bu çalışmada, başlangıç total boy değerleri ortalama 15,41 cm olan 4,5 mg/l çözünmüş oksijen bulunan ortamda oksijen stresi uygulanmış balıkların farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla beslenmeleri sonucunda ortalama total boy değerleri gruplara göre, kontrol 15,84 cm, D₁ 15,87 cm, D₂ 15,92 cm, D₃ 15,78 cm ve D₄ 15,88 cm olarak belirlenmiş olup rakamsal olarak en yüksek total boy değeri 12. haftada, 18 mg/kg vitamin A ve 60 mg/kg vitamin E katkılı D₂ rasyonu ile beslenen gruptan elde edilmiştir.

Başlangıç total boy değerleri ortalama 15,41 cm olan $7,6 \pm 0,16$ mg/l çözünmüş oksijen bulunan ortamda oksijen stresi uygulanmamış balıkların farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla beslenmeleri sonucunda total boy değerleri gruplara göre, kontrol 16,4 cm, D₁ 16,41 cm, D₂ 16,52 cm, D₃ 16,4 cm ve D₄ 16,38 cm olarak tespit edilmiştir. Stresiz balıklarda 12. hafta sonunda en yüksek total boy değeri yine D₂ rasyonu ile beslenen gruptan sağlanmıştır. Total boy değerlerinin, stresli gruplarda stressiz gruplara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Oksijen stresi oluşumu sonucu balıklarda total boy değerleri stres ortamında yem alımındaki azalmaya bağlı olduğu düşünülmektedir.

5.3.3. Ağırlık Artışı

Puangkaew ve diğ. (2005) tarafından yapılan çalışmada ortalama ağırlığı 100 g olan alabalıkların 12. hafta sonunda, canlı ağırlık değerinin vitamin E oranı 0 mg/kg olan rasyonda 13,3 g, 100 mg/kg olan rasyonda ise 21,4 g olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada, $4,4 \pm 0,19$ mg/l çözünmüş oksijen bulunan ortamda stres oluşturulan balıkların farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla 12 hafta beslenmeleri sonucunda elde edilen ortalama ağırlık artış değerleri gruplara göre, kontrol grubunda 7,23 g, D₁ 5,70 g, D₂ 8,02 g, D₃ 6,15 g, D₄ g, 8,02 g olarak tespit edilmiştir. En yüksek ağırlık

artığının, 60 mg/kg vitamin E katkılı D₂ rasyonu ve 30 mg/kg vitamin E katkılı D₄ gruplarından sağlanmış olduğu ve bunu 30 mg/kg E vitamini katkılı kontrol rasyonu ile beslenen grubun izlediği belirlenmiştir.

Oksijen stresi uygulanmayan (7,6±0,16 mg/l çözülmüş oksijen) balıkların farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla 12 hafta beslenmeleri sonucunda elde edilen ortalama ağırlık artış değerleri, gruplara göre; kontrol 13,92 g, D₁ 11,3 g, D₂ 13,14 g, D₃ 11,12 g, D₄ 13,45 g olarak belirlenmiştir. Buna göre, en yüksek ağırlık artış değerleri kontrol rasyonundan sağlanırken, bunu sırasıyla D₄ ve D₂ rasyonları izlemiştir.

Puangkaew ve diğ. (2005) tarafından elde edilen bulgulara paralel olarak bu çalışmada da, stres oluşturulmamış balıkların canlı ağırlık artışlarına vitamin E katkısının olumlu etkilerinin olduğu gözlenmiştir. Ayrıca bu araştırmada, balıkların 4,4±0,19 mg/l ve 7,6±0,16 mg/l oksijen düzeylerinde, 18 mg/kg vitamin A ve 60 mg/kg vitamin E katkılı D₂ ve 36 mg/kg vitamin A ve 30 mg/kg vitamin E katkılı D₄ rasyonlarıyla beslenmelerinin canlı ağırlık artışını olumlu etkilediği tespit edilmiştir.

5.3.4. Oransal Büyüme

Bu çalışmada, 4,5 mg/l çözülmüş oksijen bulunan ortamda stres oluşturulan balıkların farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla beslenmeleriyle elde edilen ortalama oransal büyüme değerlerinin 12 hafta sonunda gruplara göre, kontrol grubunda % 2,78, D₁ 2,21 g, D₂ 2,90, D₃ 2,51, D₄ 2,89 g olduğu belirlenmiştir. Oksijen stresinin ortadan kaldırıldığı şartlarda, balıkların farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla 12 hafta beslenmeleri sonucunda gruplara göre kontrol grubunda % 4,27, D₁ 4,83, D₂ 6,02, D₃ 4,33, D₄ 4,84 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, oksijen stresi oluşturulan şartlarda balıkların, 18 mg/kg A vitamini ve 30 mg/kg E vitamini katkılı kontrol rasyonu, vitamin A değeri 18 mg/kg, vitamin E değeri 60 mg/kg olan D₂ rasyonu ve E değeri 60 mg/kg, A değeri 36 mg/kg olan D₄ rasyonu ile beslenmelerinin oransal büyümeyi olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Oksijen stresi oluşturulmayan balıklarda ise en yüksek oransal büyüme, vitamin A değeri 18 mg/kg, vitamin E değeri 60 mg/kg olan D₂ rasyonu ile beslenen balıklardan elde edilirken bunu sırasıyla kontrol ve D₄ rasyonları izlemiştir. Çalışmada, 12 hafta sonunda, 7,6±0,16 mg/l oksijen düzeyinde kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslenen grupların ortalama oransal büyüme değerleri, 4,4±0,19 mg/l oksijen düzeyinde, kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ rasyonlarıyla beslenen gruplara göre önemli oranda yüksek olduğu tespit edilmiştir.

5.3.5. Spesifik Büyüme Oranı (SBO)

Puangkaew ve diğ. (2005), tarafından yapılan çalışmada, 100 g ağırlığındaki gökkuşağı alabalığı rasyonlarına 0, 100 ve 1000 mg/kg vitamin E ilavesiyle 15 hafta sonunda spesifik büyüme oranlarını sırasıyla; % 0,76, 0,79 ve 0,82 olarak saptamışlar ve rasyonlara ilave edilen vitamin düzeylerinin spesifik büyüme oranını istatistiksel olarak önemli oranda etkilemediğini belirtmişlerdir. Huang ve Huang (2004), 105 g ağırlığındaki alabalıkların yemlerine 11, 29, 50 ve 105 mg/kg vitamin E katkısının 10. hafta sonundaki spesifik büyüme oranını sırasıyla; % 0,59, 0,48, 0,66, 0,55 olarak tespit etmişler ve rasyonlara vitamin E katkılarının spesifik büyüme değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığını ancak 50 mg/kg vitamin E katkılı rasyonun spesifik büyüme oranının diğer gruplardan rakamsal olarak yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, $4,4 \pm 0,19$ mg/l çözünmüş oksijende bulunan balıkların, spesifik büyüme oranının 12 hafta sonunda ortalama değerleri, gruplara göre, kontrol % 0,10, D₁ 0,09, D₂ 0,11, D₃ 0,07, D₄ 0,10, olarak; $7,6 \pm 0,16$ mg/l çözünmüş oksijende bulunan balıkların ise elde edilen ortalama spesifik büyüme oranları, gruplara göre, kontrol grubu % 0,16, D₁ 0,14, D₂ 0,19, D₃ 0,15, D₄ 0,15 olarak belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada da, yukarıda belirtilen araştırmacıların bulgularına paralel olarak oksijen stresi oluşturulan ve oluşturulmayan ortamdaki balıkların rasyonlarına farklı oranlarda vitamin A ve E katkılarının spesifik büyüme oranlarını istatistiksel olarak etkilemediği ancak D₂ rasyonu ile beslenen balıkların spesifik büyüme oranlarının rakamsal olarak diğer gruplardan daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla beslenmeleri sonucunda balıkların $7,6 \pm 0,16$ mg/l oksijen düzeyinde kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ gruplarının ortalama spesifik büyüme oranları, $4,4 \pm 0,19$ mg/l oksijen düzeyinde, kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ gruplarına göre önemli oranda yüksek olduğu tespit edilmiştir.

5.3.6. Kondisyon Faktörü

Trenzado ve diğ. (2006) 75 g ağırlığındaki alabalıkların rasyonlarına 0 mg/kg ve 275 mg/kg E vitamini katkısı yaparak kondisyon faktör değerini sırasıyla 1,30 ve 1,35 olarak elde etmişler, farklı oranda vitamin E katkısının kondisyon faktörü değerini istatistiksel olarak önemli oranda etkilemediğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, balıkların farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla 12 hafta beslenmeleri sonucunda ortalama kondisyon değerleri, $4,4 \pm 0,19$ mg/l çözünmüş oksijende,

kontrol grubu 1,13 D₁ 1,13, D₂ 1,13, D₃ 1,20, D₄ 1,14 olarak; 7,6±0,16 mg/l çözünmüş oksijende kontrol grubu 1,16, D₁ 1,16, D₂ 1,17, D₃ 1,16, D₄ 1,16 olarak belirlenmiştir. Araştırmacıların bulgularına paralel olarak bu çalışmada da, balıkların 4,4±0,19 mg/l ve 7,6±0,16 mg/l çözünmüş oksijen düzeylerinde farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla beslenmelerinin kondisyon faktörlerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemediği tespit edilmiştir.

5.4. Yem Değerlendirme

5.4.1. Yem Dönüşüm Oranı

Huang ve Huang (2004), yaptıkları bir çalışmada, 105 g ağırlığındaki alabalıkların yemlerine 11, 29, 50 ve 105 mg/kg vitamin E katarak 10. hafta sonundaki yem dönüşüm oranlarını, sırasıyla; 6,3, 5, 5,6 ve 5,9 olarak, tespit etmiş ve değerlerin birbirine yakın olduğunu bildirmişlerdir. Trenzado ve diğ., (2006), rasyonlarına 0 ve 275 mg/kg E vitamini katılan 75g ağırlığındaki alabalıkların, 7 hafta sonundaki yem dönüşüm oranlarını sırasıyla; 1,1 ve 1,15 olarak saptamışlardır.

Bu çalışmada, farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla 12 hafta beslenmeleri sonucunda ortalama yem dönüşüm değerleri, 4,5 mg/l çözünmüş oksijen bulunan ortamda gruplara göre; kontrol 6,68, D₁ 6,92, D₂ 6,54, D₃ 7,41, D₄ 6,93 olarak; 7,5 mg/l çözünmüş oksijende bulunan ortamda gruplara göre, kontrol 3,21, D₁ 3,23, D₂ 2,81, D₃ 3,73, D₄ 3,58 olarak belirlenmiştir. Huang ve diğ., (2004)' nin elde ettiği yem dönüşüm oranları ile bu çalışmada 4,5 mg/l çözünmüş oksijen bulunan ortamda elde edilen yem dönüşüm oranlarının biri birine yakın olduğu tespit edilmiştir.

Bu araştırmada, farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla beslenmeleri sonucunda balıkların 7,6±0,16 mg/l oksijen düzeyinde kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ gruplarının ortalama yem dönüşüm oranlarının 4,4±0,19 mg/l oksijen düzeyinde, kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ gruplarına göre önemli oranda yüksek olduğu belirlenmiştir.

5.4.2. Protein Etkinlik Oranı (PEO)

Huang ve Huang (2004), yaptıkları bir çalışmada, 105 g ağırlığındaki alabalıkların yemlerine 11, 29, 50 ve 105 mg/kg vitamin E katarak 10. hafta sonundaki ortalama protein etkinlik oranlarını sırasıyla; 1,05, 0,92, 1,29, 0,98 olarak tespit etmişler ve 50 mg/kg vitamin katkısının protein değerlendirmesini rakamsal olarak arttırdığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, balıkların farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarıyla 12 hafta beslenmeleri sonucunda ortalama protein etkinlik oranının, $4,4\pm0,19$ mg/l çözünmüş oksijende, gruplara göre, kontrol 0,92, D₁ 0,75, D₂ 0,96, D₃ 0,78, D₄ 0,96 olarak; $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijende kontrol 1,36, D₁ 1,35, D₂ 1,64, D₃ 1,13, D₄ 1,28 olarak belirlenmiştir. Huang ve Huang (2004)'nin elde ettiği değerlerin bu çalışmada elde edilen değerlere yakın olduğu tespit edilmiştir.

Farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla beslenmeleri sonucunda balıkların $7,6\pm0,16$ mg/l oksijen düzeyinde kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ gruplarının ortalama protein etkinlik oranlarının $4,4\pm0,19$ mg/l oksijen düzeyinde, kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ gruplarına göre önemli oranda yüksek olduğu ve 12 hafta sonunda $7,6\pm0,16$ mg/kg çözünmüş oksijen düzeyinde, rakamsal olarak en yüksek protein değerlendirmesi D₂ ve D₄ rasyonlarından elde edilmiştir.

5.4.3. Protein Değerlendirme İndeksi (PDI)

Trenzado ve diğ., (2006), yaptıkları çalışmada, 0 ve 275 mg/kg E vitamini katılan 75 g ağırlığındaki alabalıkların, 7 hafta sonundaki protein değerlendirme indekslerini sırasıyla; 41,77 ve 44 olarak saptamış ve vitamin E ilavesinin protein değerlendirme indekslerini arttırdığını belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarıyla 12 hafta beslenmeleri sonucunda grupların ortalama protein değerlendirme indeks değerlerinin, $4,4\pm0,19$ mg/l çözünmüş oksijende, kontrol 0,41, D₁ 0,40, D₂ 0,41, D₃ 0,41, D₄ 0,40 olarak ve birbirine yakın düzeyde, aynı şekilde $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijende kontrol grubu 0,44, D₁ 0,43, D₂ 0,45, D₃ 0,43, D₄ 0,44 olarak ve birbirine yakın değerler olarak belirlenmiştir. Trenzado ve diğ., (2006)' in elde ettiği değerlerin, bu çalışmada $7,6\pm0,16$ mg/l çözünmüş oksijende elde edilen değerlere paralel olduğu tespit edilmiştir.

Farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla beslenmeleri sonucunda balıkların $7,6\pm0,16$ mg/l oksijen düzeyinde kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ gruplarının ortalama protein değerlendirme indekslerinin, $4,4\pm0,19$ mg/l oksijen düzeyinde, kontrol, D₁, D₂, D₃, D₄ gruplarına göre önemli oranda yüksek olduğu gözlenmiştir.

5.5. Kan ve Doku Analizleri

5.5.1. Araştırma Gruplarının Plazma SOD Enzim Aktivite Düzeyleri

Ozmen ve diğ. (2004), yaptıkları çalışmada strese maruz kalmış alabalıkların plazma SOD enzim aktivitesinin ($3,34 \pm 0,9$ EU/g), strese maruz kalmamış alabalıkların plazma SOD enzim aktivitesinden ($4,4 \pm 1,03$ EU/g) daha düşük olduğunu; Kolaylı ve Keha (1999), tuzlu suya adapte ettikleri gökkuşağı alabalığının plazma SOD enzim düzeyinin $1,4 \pm 1$ U/g iken tatlı suda SOD enzim düzeylerini $1,5 \pm 3$ U/g olduğunu; Puangkaew ve diğ. (2005), oksidatif stres uygulanan gökkuşağı alabalığı rasyonlarına 0, 100, 1000 mg/kg E vitamini katkısıyla 15 hafta süre sonunda SOD enzim düzeylerini sırasıyla; 9,9, 10,2 ve 9,6 U/ml olduğunu ve 100 mg/kg vitamin E katkısının plazma SOD enzim aktivitesini arttığını ($10,5$ U/ml) bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, $4,5$ mg/l oksijen düzeyinde farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla 12 hafta beslenmeleri sonucunda balıkların plazma SOD enzim düzeylerinin, kontrol grubunda 6,9, D₁ 6,2, D₂ 7,4, D₃ 7,1, D₄ 7,3 U/ml olduğu ve kontrol rasyonu, D₂ rasyonu, A vitamini katkısız, 30 mg/kg E vitamini katkılı D₃ rasyonu ve 36 mg/kg A vitamini, 30 mg/kg E vitamini katkılı D₄ rasyonlarının plazma SOD enzim düzeylerini arttırdığı belirlenmiştir.

Bu çalışmada, $7,6 \pm 0,16$ mg/l oksijen düzeyinde farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla 12 hafta beslenmeleri sonucunda grupların plazma SOD enzim aktivitelerinin, kontrol 12,3 D₁ 11,7, D₂ $13,1 \pm 0,17$, D₃ 11,7, D₄ 13,2 U/ml olduğu tespit edilmiştir.

Yukarıda belirtilen araştırmacıların bulgularına paralel olarak bu çalışmada elde edilen SOD enzim değerlerinin stres sonucunda azaldığı ancak rasyonlara ilave edilen antioksidan etkili A ve E vitaminleriyle arttığı belirlenmiştir.

Araştırmada, farklı oranlarda A ve E vitamin katkılı rasyonlarla beslenmeleri sonucunda balıkların $7,6 \pm 0,16$ mg/l oksijen düzeyinde SOD enzim aktivitesinin, $4,4 \pm 0,19$ mg/l oksijen düzeyine, göre önemli oranda yüksek olduğu gözlenmiştir. En yüksek SOD enzim aktivitesi $7,6 \pm 0,16$ mg/l çözünmüş oksijende beslenen D₂ (13,1 U/ml) ve D₄ (13,2 U/ml) gruplarında gözlenirken bunu sırasıyla, D₁ (11,7 U/ml), kontrol (12,3 U/ml) ve D₃ (11,7 U/ml) gruplarının izlediği tespit edilmiştir. En düşük SOD enzim aktivitesi, $4,4 \pm 0,19$ mg/l çözünmüş oksijende vitamin E katkısının yapılmadığı D₁ (6,2 U/ml) grubunda saptanırken, deneme grupları arasında en yüksek SOD enzim aktivitesi ise D₂ rasyonu ile D₄ (7,3 U/ml) rasyonu ile beslenen gruplarda belirlenmiştir.

5.5.2. Araştırma Gruplarının Kas, Karaciğer, Böbrek Dokuları ve Kan Serumuna Ait Vitamin A Düzeyi

Huang ve Huang (2004), hibrit tilapia, Bai ve Lee (1998), *Sebadtes schlegeli*, Lee ve Shiau (2004) *Epinephelus malabaritus*, Sau ve diğ. (2004), *Labeo rohita*, rasyonlarına vitamin E katkısının çeşitli dokulardaki (kan, kas, karaciğer, böbrek) etkilerini araştırmış ve dokulardaki vitamin birikimlerinin rasyondaki vitamin E miktarına paralel olarak arttığını; aynı şekilde Mohamed ve diğ. (2003), *Epinephelus tauvina*, Hu ve diğ. (2005), hibrit tilapia, Moren ve diğ. (2004), *Hippoglossus hippoglossus*' un çeşitli dokularındaki vitamin birikimlerinin rasyonlara katılan vitamin A düzeyine göre değiştiğini saptamışlardır.

Bu çalışmada, balıkların, $4,4 \pm 0,19$ mg/l oksijen bulunan ortamda balıkların, farklı oranlarda A vitamin katkılı rasyonlarla beslenmesiyle kas dokusunda 12 hafta sonundaki A vitamini birikimlerinin gruplara göre, kontrol 0,87, D₁ 0,91, D₂ 0,85, D₃ 0,43, D₄ 1,03 mg/kg; karaciğer dokusunda, kontrol 3,97, D₁ 2,64, D₂ 2,80, D₃ 2,33, D₄ 3,63 mg/kg; böbrek dokusunda, kontrol 0,21, D₁ 0,26, D₂ 0,37, D₃ 0,12, D₄ 0,53 mg/kg; kan serumunda, kontrol 0,21, D₁ 0,26, D₂ 0,37, D₃ 0,12, D₄ 0,53 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Bu araştırmada, balıkların $7,6 \pm 0,16$ mg/l düzeyinde, farklı oranlarda A vitamin katkılı rasyonlarla beslenmesiyle kas dokusunda 12 hafta sonundaki A vitamini birikimlerinin gruplara göre, kontrol 3,35 mg/kg, D₁ 2,23, D₂ 3,08, D₃ 1,02, D₄ 3,07 mg/kg; karaciğer dokusunda, kontrol 6,73, D₁ 6,45, D₂ 7,84, D₃ 4,78, D₄ 7,43 mg/kg; böbrek dokusunda kontrol 0,16, D₁ 0,15, D₂ 0,16, D₃ 0,11, D₄ 0,18 mg/kg; kan serumunda, kontrol 0,61, D₁ 0,63, D₂ 0,75, D₃ 0,33, D₄ 0,92 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Yukarıda belirtilen araştırmacıların bulgularına paralel olarak bu çalışmada da, rasyonlara ilave edilen vitamin A düzeylerine göre dokulardaki vitamin A birikimlerinin değiştiği belirlenmiştir.

Araştırmada, farklı oranlarda A vitamin katkılı rasyonlarla beslenmeleri sonucunda balıkların $7,6 \pm 0,16$ mg/l oksijen düzeyinde kas, karaciğer, böbrek dokuları ve kan serumundaki vitamin A birikimlerinin, $4,4 \pm 0,19$ mg/l oksijen düzeyine, göre önemli oranda yüksek olduğu gözlenmiştir. Tüm dokularda ve kan serumunda en yüksek vitamin A birikimi, $7,6 \pm 0,16$ mg/l çözünmüş oksijende vitamin A katkısı 36 mg/kg olan D₄ rasyonundan elde edilirken en düşük birikim vitamin A katkısının yapılmadığı D₁ rasyonundan elde edilmiştir.

5.5.3. Araştırma Gruplarının Kas, Karaciğer, Böbrek Dokuları ve Kan Serumuna Ait Vitamin E Düzeyleri

Frigg ve diğ. (1990), 150 g ağırlığındaki gökkuşağı alabalığının rasyonlarına 0, 50, 100 ve 200 mg/kg vitamin E ilave ederek 85 gün beslemiş kan serumundaki birikimlerini incelemişler ve birikim değerlerini sırasıyla; 6,5, 30, 42 ve 80 mg/l, kas dokularındaki vitamin E birikimini ise sırasıyla; 2, 6,3, 11,2, 19,7 mg/kg olduğunu belirlemişlerdir. Huang ve Huang, (2004), alabalığın karaciğerlerinde en yüksek vitamin E birikiminin (242 mg/kg) yine en fazla vitamin E katkısının yapıldığı (105 IU/mg) gruptaki balıklardan, kaslarda ise en fazla birikimin 50 IU/mg (15,1 mg/kg) katkılı gruptan elde edildiğini belirlemişlerdir. Puangkaew ve diğ. (2005) alabalık rasyonlarına 0, 100 ve 1000 mg/kg düzeylerinde vitamin E katkısının, karaciğer, böbrek dokuları ve kan serumunda vitamin E birikimlerini araştırmış ve 1000 mg/kg vitamin E katkılı rasyonla beslenen balıkların dokularında ve kan serumunda diğer gruplara göre önemli oranda yüksek birikimin olduğunu belirlemişlerdir. Pervaiz ve diğ. (1999), yaptıkları bir besleme çalışmasında 180 g ağırlığındaki gökkuşağı alabalığının kas dokusunda 4. ve 7. hafta sonundaki vitamin E birikim oranlarını araştırmış ve vitamin E oranı 96,9 mg/kg olan rasyonla beslenen balıkların kas vitamin E düzeylerinin 4. hafta sonunda 9,7 mg/kg ve 7. hafta sonunda 10,6 mg/kg olduğunu, vitamin E oranı 84,7 mg/kg olan rasyonla beslenen balıkların kas vitamin E birikim düzeyinin 4. hafta sonunda 11,1 mg/kg ve 7. haftada 10,5 mg/kg olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada 7. haftada karaciğer dokusunun vitamin E düzeyleri incelenmiş ve vitamin E oranı 96,9 mg/kg olan rasyonla beslenen balıkların karaciğer vitamin E düzeyinin 178,4 mg/kg ve vitamin E oranı 84,7 mg/kg olan rasyonla beslenen balıkların karaciğer vitamin E düzeyinin ise 7. hafta 196,7 mg/kg olduğunu belirlemişlerdir. Bell ve diğ. 2000, yaptıkları bir çalışmada 53 g olan Atlantik salmonunun kas, karaciğer ve plazma vitamin E düzeylerini incelemiş ve vitamin E düzeyleri 96,7 mg/kg ve 103,8 mg/kg olan rasyonlarla beslenen balıklarda, 22 hafta sonundaki birikim oranlarını sırasıyla kasta; 16,7 mg/kg, 24,8 mg/kg, karaciğerde; 39,5 mg/kg, 48,5 mg/kg, serumda; 71,3 mg/l, 85,4 mg/l olarak belirlemiş ve vitamin katkısı arttırılan rasyonlarla beslenen balıkların dokularındaki vitamin birikimlerinin de buna paralel olarak arttığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, balıkların $4,4 \pm 0,19$ mg/l düzeyinde oksijen stresi altında, farklı oranlarda A vitamin katkılı rasyonlarla beslenmesiyle kas dokusunda 12 hafta sonundaki E vitamini birikimlerinin gruplara göre, kontrol 0,56, D₁ 0,34, D₂ 0,78, D₃ 0,65, D₄ 0,51

mg/kg, karaciğer dokusunda, kontrol 3,89, D₁ 3,79, D₂ 3,95, D₃ 4,43, D₄ 3,53 mg/kg, böbrek dokusunda, kontrol 0,24, D₁ 0,13, D₂ 0,51, D₃ 0,39, D₄ 0,42 mg/kg ve kan serumunda, kontrol 9,45, D₁ 5,17, D₂ 8,05, D₃ 8,59, D₄ 9,34 mg/l olarak tespit edilmiştir.

Bu araştırmada, balıkların 7,5 mg/l düzeyinde, farklı oranlarda A vitamin katkılı rasyonlarla beslenmesiyle kas dokusunda 12 hafta sonundaki E vitamini birikimlerinin gruplara göre, kontrol 3,72, D₁ 2,07, D₂ 7,75, D₃ 4,05, D₄ 4,55 mg/kg, karaciğer dokusunda, kontrol 12,1, D₁ 9,29, D₂ 16,06, D₃ 14,84, D₄ 13,85 mg/kg, böbrek dokusunda kontrol 0,71, D₁ 0,53, D₂ 0,88, D₃ 0,75, D₄ 0,73 mg/kg ve kan serumunda, kontrol 16,23, D₁ 10,03, D₂ 22,42, D₃ 15,54, D₄ 16,41 mg/l olarak tespit edilmiştir.

Yukarıda belirtilen araştırmacıların bulgularına paralel olarak bu çalışmada da, rasyonlara ilave edilen vitamin E düzeyleri arttıkça dokulardaki vitamin E birikimlerinin buna paralel olarak arttığı belirlenmiştir.

Araştırmada, farklı oranlarda A vitamin katkılı rasyonlarla beslenmeleri sonucunda balıkların 7,6±0,16 mg/l oksijen düzeyinde kas, karaciğer, böbrek dokuları ve kan serumundaki vitamin E birikimlerinin, 4,4±0,19 mg/l oksijen düzeyine, göre önemli oranda yüksek olduğu gözlenmiştir. Tüm dokularda ve kan serumunda en yüksek vitamin E birikimi, 7,5 mg/l çözünmüş oksijende D₂ rasyonundan elde edilirken en düşük birikim vitamin E katkısının yapılmadığı D₁ rasyonundan elde edilmiştir.

Sonuç olarak, 4,4±0,19 mg/l oksijen bulunan ortamda alabalık yavrularının rasyonlarına farklı oranlarda A ve E vitamini katkılı (vitamin katkı miktarları; 18 mg/kg vitamin A ve 30 mg/kg vitamin E katkılı kontrol rasyonu; 18 mg/kg vitamin A katkılı ve vitamin E katkısız D₁ rasyonu; 18 mg/kg vitamin A ve 60 mg/kg vitamin E katkılı D₂ rasyonu; vitamin A katkısız ve 30 mg/kg vitamin E katkılı D₃ rasyonu; 36 mg/kg vitamin A katkılı, 30 mg/kg vitamin E katkılı D₄ rasyonu) rasyonlarla beslenmeleri ile başlangıç canlı ağırlığı 41,1±1 g olan gökkuşağı alabalığı yavrularının, 12 hafta sonunda D₂ rasyonu ile beslenen balıkların canlı ağırlıkları ortalama 49,14 g olarak, A vitamini katkısının yapılmadığı ancak E vitamin katkısının 30 mg/kg olduğu D₃ rasyonu ile beslenmeleri sonucunda ise 48,23 g olarak tespit edilmiştir. Rasyonlara E vitamin katkısının yapılmadığı D₁ rasyonu ile beslenen balıkların canlı ağırlıklarının 47,11 g olduğu ve E vitaminin ağırlık artışı üzerinde olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Rasyonlara 30 ve 60 mg/kg vitamin E katkısının, balıkların canlı ağırlık değerleri üzerine olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Başlangıç total boyları 15,41 cm olan gökkuşağı alabalığı yavrularının, D₂ rasyonu ile beslenmeleri sonucunda ortalama 15,92 cm' ye ulaştıkları, A vitamini katkısının yapılmadığı, E vitamin katkısının ise 30 mg/kg olduğu D₃ rasyonuyla beslenmeleri sonucunda ise 15,78 cm' ye ulaştıkları belirlendi. Buna göre rasyonlara, 36 mg/kg vitamin A ve 60 mg/kg vitamin E katkısının, total boy değerlerini arttırdığı gözlenmiştir.

Çalışmada, D₂ rasyonuyla beslenen balıkların spesifik büyüme oranlarının rakamsal olarak diğer gruplardan daha yüksek (0,11) olduğu belirlendi. Buna göre rasyonlara, 36 mg/kg vitamin A ve 60 mg/kg vitamin E katkısının, spesifik büyüme oranlarını arttırdığı belirlenmiştir.

Çalışmada, D₂ rasyonun balıkların yem dönüşüm değerleri (6,54), olumlu etkiledikleri tespit edilmiştir. Rasyonlara 18 mg/kg' dan daha az A vitamini, 60 mg/kg' den daha az E vitamini konulmaması gerektiği sonucuna varılmıştır.

En iyi protein değerlendirme oranı D₂ (0,96) ve D₄ (0,96) rasyonlarından sağlanmış, buna göre 4,4±0,19 mg/l çözünmüş oksijen bulunan ortamlarda rasyonlara 36 mg/kg' dan daha az A vitamini ve 30 mg/kg' dan daha az E vitamini konulmaması sonucuna varılmıştır.

Çözünmüş oksijen düzeyi 4,4±0,19 mg/l olan ortamda bulunan ortamda, önemli bir antioksidan enzim olan ve süperoksit iyonlarının dismutasyonunu sağlayarak potansiyel zararlı etkilerine karşı hücreleri korumada etkili olan SOD enzim aktivitesinin, oksidatif stres sonucu azalmasının önlenmesinde, balık rasyonlarına ilave edilen 30 mg/kg vitamin A ve 60 mg/kg vitamin E' nin etkili olduğu belirlenmiştir. Rasyonlara ilave edilen A ve E vitaminlerinin en düşük SOD enzim aktivitesi, vitamin E katkısının yapılmadığı D₁ (6,2) grubunda saptanırken, deneme grupları arasında en yüksek SOD enzim aktivitesi ise 60 mg/kg vitamin E katkılı D₂ rasyonu ile 30 mg/kg vitamin E katkılı D₄ (7,3) rasyonu ile beslenen gruplarda olduğu belirlenmiştir.

Balıkların kan ve dokularındaki A ve E vitamin birikim düzeylerinin, 4,5 mg/l oksijen bulunan ortamda stres faktörüyle önemli oranda azaldığı belirlendi. Buna göre A vitaminin dokulara göre birikimleri sırasıyla; kaslarda en fazla vitamin A birikimi, rasyonlara 36 mg/kg oranında vitamin A ilave edilen D₄ (1,03 mg/kg) rasyonundan, karaciğerde, 18 mg/kg vitamin A katılan kontrol (3,97 mg/kg) ve 36 mg/kg vitamin A katılan D₄ (3,63) rasyonlarından, böbrekde, en fazla birikim 36 mg/kg katkılı D₄ (0,12 mg/kg) rasyonundan elde edildi. Kan serumunda ise en fazla vitamin A birikimi, yine 36 mg/kg katkılı D₄ (0,53 mg/kg) rasyonundan elde edildi. Vitamin E birikimleri ise kasda en fazla 60 mg/kg vitamin E katkılı D₂ rasyonundan (0,78), karaciğerde en fazla birikim 30

mg/kg vitamin E katkılı D₃ rasyonundan (4,43), böbrekde ise 36 mg/kg katkılı D₄ (0,53 mg/kg) rasyonundan elde edildi. Kan serumunda, vitamin E birikimi en fazla kontrol (9,45) ve D₄ (9,34) rasyonlarıyla beslenen gruplarda gözlemlendi.

Çözünmüş oksijen düzeyi $7,6 \pm 0,16$ mg/kg olan ortamda, başlangıç canlı ağırlığı $41,1 \pm 1$ g olan gökkuşağı alabalığı yavrularının, kontrol rasyonu ile beslenmeleri sonucunda, canlı ağırlıkları ortalama 54,96 g'a, A vitamini katkısının yapılmadığı ancak E vitamin katkısının 30 mg/kg olduğu D₃ rasyonu ile beslenmeleri sonucunda ise 53,07 g'a, rasyonlara E vitamin katkısının yapılmadığı D₁ rasyonu ile beslenen balıkların canlı ağırlıkları 53,26 g'a ulaşmıştır. Buna göre araştırmada vitamin A ve E katkılarının canlı ağırlığı olumlu etkiledikleri belirlenmiştir.

Başlangıç total boyları 15,41 cm olan gökkuşağı alabalığı yavrularının, $7,6 \pm 0,16$ mg/l oksijen bulunan ortamda, 12 hafta sonunda D₂ rasyonu ile beslenmeleri sonucunda ortalama 16,52 cm'ye ulaştıkları, A vitamini katkısının yapılmadığı, E vitamin katkısının ise 30 mg/kg olduğu D₃ rasyonu ile beslenmeleri sonucunda ise 16,38 cm'ye ulaştıkları belirlenmiştir. Buna göre rasyonlara, 36 mg/kg vitamin A ve 60 mg/kg vitamin E katkısının, total boy değerlerini arttırdığı gözlenmiştir.

Çalışmada, D₂ rasyonu ile beslenen balıkların spesifik büyüme oranlarının rakamsal olarak diğer gruplardan daha yüksek (0,19) olduğu belirlenmiştir.

Balıkların yem dönüşüm değerleri, D₂ rasyonu ile beslenmeleri sonucu (2,81), iyileştiği tespit edilmiştir.

Aynı şekilde en iyi protein değerlendirme oranı D₂ (1,64) rasyonundan sağlanmıştır. Buna göre 7,5 mg/l çözünmüş oksijen bulunan ortamlarda rasyonlara 18 mg/kg'dan daha az A vitamini, 30 mg/kg'dan daha az E vitamini konulmaması ancak 60 mg/kg E vitamin yeterli olabileceği sonucuna varıldı.

Grupların, $7,6 \pm 0,16$ mg/l çözünmüş oksijen içeren ortamda, D₂ ile D₄ rasyonlarının, balıkların SOD aktivitesini (sırasıyla; 13,1, 13,2) önemli oranda arttırdığı tespit edildi. Grupların serum, kas, karaciğer ve böbrek dokularındaki vitamin A ve E birikimlerinin rasyonlara ilave edilen miktarları nisbetinde arttığı tespit edildi.

Araştırmada gruplarının kas, dokusunda en fazla vitamin A birikimi, 18 mg/kg oranında vitamin A ilave edilen D₂ (3,08 mg/kg) ve 36 mg/kg vitamin A ilave edilen D₄ rasyonlarından (3,08); karaciğerde, 18 mg/kg vitamin A katılan D₂ (7,84 mg/kg) ve 36 mg/kg vitamin A katılan D₄ (7,43) rasyonlarından; böbrekde, en fazla birikim 36 mg/kg vitamin A katkılı D₄ (0,18 mg/kg) ile 18 mg/kg vitamin A katkılı kontrol (0,16) ve D₂

(0,16) rasyonlarından elde edildi. Kan serumunda ise en fazla vitamin A birikimi, 36 mg/kg katkılı D₄ (0,53 mg/kg) rasyonundan elde edildi. Vitamin E birikimleri ise kasda en fazla D₂ rasyonundan (7,75), karaciğerde (16,06) ve böbreklerde (0,88) en fazla birikim yine D₂ rasyonundan elde edildi. Kan serumunda, vitamin E birikimi en fazla D₂ (22,42) rasyonu ile beslenen balıklarda olduğu gözlemlendi.

Bu araştırmada, $4,4 \pm 0,19$ mg/kg çözünmüş oksijen düzeyinde fizyolojik fonksiyonların bozulmasına bağlı olarak yem alımları azalan, büyüme ve gelişimleri sınırlanan gökkuşaklı alabalığı yavrularının rasyonlarına A ve E vitamin katkılarının, oksidatif hasarın zararlı etkilerinden doku ve organları koruyarak, stres sonucu azalan hücre içi antioksidan enzim olan SOD enzim aktivitesini arttırmada olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, rasyonlara ilave edilen A ve E vitaminleri, katılan miktarlarına göre dokularda birikip hücrenin antioksidan savunma mekanizmasına katıldığı, stres anında ihtiyaç duyulan vitamin A ve E miktarlarının, stressiz şartlardan daha fazla olduğu ve dokulardaki birikimin $4,4 \pm 0,19$ mg/l oksijen bulunan ortamda $7,6 \pm 0,16$ mg/l oksijen bulunan ortamdan önemli oranda düşük olduğu belirlendi. Yavru alabalıkların rasyonlarına, $4,4 \pm 0,19$ mg/l oksijen düzeyi gibi düşük çözünmüş oksijen şartlarında 36 mg/kg vitamin A ve 60 mg/kg vitamin E katkılarının, hücre içi antioksidan savunma sistemini destekleyerek SOD enzim aktivitesini arttırmada yeterli olduğu tespit edildi. Ayrıca dokularda birikerek, oksidatif stres hasarlarından korunmada görev aldıkları için stres anında daha fazla harcandıkları ve buna bağlı olarak birikim oranlarında azalma olduğu gözlemlendi. Düşük oksijenli ortamlarda yaşayan gökkuşaklı alabalığı yavrularının rasyonlarına A ve E vitaminleri katılmasının, oksijen yetmezliğine bağlı olarak metabolizmada meydana gelen oksidatif strese karşı direnci arttırdığı belirlendi.

KAYNAKLAR

- Abdullah, A.S., Vijculata P., Sivarajasingam S. and Ragavan K.,** 1987, Haematologlogic and growth response to prepartum administration of vitamin A in calves. *Growth*, 51, 198-201.
- Akbulut, S. ve Keten, A.,** 2001, Düzce yöresindeki alabalık yetiştiriciliği üzerine bir çalışma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Derg.*, A,2: 49-60.
- Akdoğan, M., Akkuş, S., ve Koyu A.,** 1998, Romatoid artrit ve osteoartrozlu hastalar eritrosit süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz ve katalaz enzim düzeyleri. *Y.Y.Ü Tıp Derg.*, 5,2: 66-71.
- Akgün, E.,** 1996, Tip II Diabetes mellituslu hastalarda oksidan ve antioksidan mekanizmaların incelenmesi. *F.Ü. Tıp Fak. Biyokimya A.B.D. Uzmanlık Alan Tezi*, 85s.
- Akkan, G.,** 1999, Vitaminler. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri. *Akılci İlaç Kullanımı Sempozyumu, İstanbul*, 57 s.
- Aksoy, N., Vural, H., Sabuncu, T., Arslan, O. ve Aksoy, Şahin.,** 2005, Beneficial effects of vitamins C and E against oxidative stress in diabetic rats. *Nutrition Research*, 25, 625-630.
- APHA,** 1985. Standart methots fort he examination of water and wastewater. 16th edition. Washington, 1268 p.
- Arda, M., Seçer, S. ve Sarıeyyüpoğlu, M.,** 2002, Balık Hastalıkları, Medisan Yayın Serisi, 56, Ankara, 141s.
- Arslan, A., Nazıroğlu, M., Gönülalan, Z., Sarıgöl, C. ve Aksakal, M.,** 1997, Farklı muhafaza sıcaklığı ve sürelerinin balık eti vitamin E miktarına etkisi. *Tr. J. of Veterinary and Animal Siences*, 21, 211-213.
- Ashley, J.P.,** 2006, Fish welfare: current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*, 123, 1-37.
- AOAC,** 1984, Offical Methods of Analys. 14th Edition, *Association of Official Analytical Chemistry Inc.*, Arlington, 1141 p.
- AOAC,** 1990, Official Methods of Analysis Association of Agricultural Acedemy Press. Washington, 1158 p.
- Aşıcioğlu, T.Y.,** 2005, Sıçanlardaki kronik alkolik karaciğer hasarına likopen etkisi. T.C. Sağlık Bakanlığı Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Biyokimya Bölümü. *Klinik Uzmanlık Tezi*, 64s.
- Atamanalp, M. ve Bayır, A.,** 2003. Bir dezenfektanın (malahit yeşili) subletal dozlarının gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kan parametreleri üzerine etkileri. *Gazi Ü. Eğitim Fak. Derg.*, 23, 3, 177-187.
- Ataseven, S., Ertem, H. ve Kul, E.,** 2003. Süt sığırlarında verim üzerine etkili bazı iklimsel stres faktörleri. *O.M.Ü. Ziraat Fak.Derg.*, 18(2):209-215.
- Atay, D., Erdem, M. ve Erer, H.,** 1980, Alabalık rasyonlarına değişik protein ve enerji düzeylerinin balıkların kimyasal ve histopatolojik yapılarına etkileri. *Vet. Hay. Tar. Orm. Derg.*, 4, 15-20.
- Atlan, N., Dinçel, S.A. ve Koca, C.,** 2006. Diabetes mellitus ve oksidatif stres. *Türk Biyokim. Derg.*, 31, No:2, 51-56.
- Aydın, A.,** 2003. Vitamin ve mineraller. İ.Ü. Cerrah Paşa Tıp Fak. Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri *Sağlam Çocuk İzlemi Sempozyumu Derg.*, (Ekim), 93-97.

- Aydilek, N. ve Aksakal, M.** 2003. Testesteron tavşanlarda karaciğer antioksidan sistemi üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Derg.*, 14(2):22-25.
- Bai, C.S. and Lee, K.J.**, 1998. Different levels of dietary DL- α -tokopheryl acetate affect the vitamin E status of juvenile Korean Rockfish, *Sebastes schlegeli*. *Aquaculture*, 161, 405-414.
- Bai, S.C. and Gatlin, D.M.**, 1992. Dietary vitamin E concentration and duration of feeding affect tissue α -tokopherol concentrations of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 113, 130-135.
- Banudevi, S., Krishnamoorthy, G., Venkataraman, P., Vignesh, C., Aruldash, M.M. and Arunakaron, J.**, 2006. Role of α -tocopherol on antioxidant status in liver, lung and kidney of PCP exposed male albino rats. *Food and Chemical Toxicology*, 10: 243-252.
- Barım Öz, Ö.**, 2005. Keban baraj gölü'nde yaşayan Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823) rasyonuna farklı oranlarda ilave edilen vitamin E'nin etkileri. *Doktora Tezi*. Fırat Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, 73s.
- Barros, M.M., Sampaio F.G., Pezzato, E. L., Kleemann, K.G., Falcon, D.R., and Gonçalves, G.S.**, 2004. Hypoxia stress in nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed different dietary levels of selenium and vitamin E. *J. Therm. Biol.*, 14, No:2, 151-156.
- Barry, H.**, 1994. Free radicals and antioxidants. *Nutr. Rev.* 52, 253–265.
- Başer, C. ve Hüsnü, K.**, 2002,. Fonksiyonel gıdalar ve nutrasötikler. *14. Bitkisel İlaç hammaddeleri Toplantısı*, Anadolu Üniv. Ecz. Fak. Farmokoloji A.B.D. Bildirileri, Eskişehir, 28 s.
- Bekiroğlu, Y., Şahin, T. ve Çelikkale M.S.**, 1995. Gökkuşığı Alabalığı yetiştiriciliğinde optimum stok yoğunluğunun tespiti. *Ekonomik Deniz Ürünleri Yetiştiriciliği Projesi*, Trabzon, 44s.
- Bell, J.C., McEvol, J., Tocher, D.R. and Sargent, J.R.**, 2000. Depletion of α -tocopherol and astaxanthin in Atlantic Salmon (*Salmo salar*) affects autoxidative, defense and fatty acid metabolism. *Journal of Nutrition*, 130, 1800-1808.
- Benzer, F.**, 2001. Fasciola Hepatica ile enfekte koyunların kan ve karaciğer dokularında arginaz, nitrik oksit, bazı antioksidant enzimler ve lipid peroksiyon düzeyleri ile karaciğer arginaz enziminin biyokimyasal özellikleri. *Doktora Tezi*. Fırat Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 77 s.
- Benzie, F.**, 2003. Evolution of Dietary Antioxidants. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part A, No:136, 113-126.
- Bera, D., Lahiri, D., Nag, A.**, 2005, Studies on a natural antioxidant for stabilization of edible oil and compoison with syntetic antioxidant. *Journal of Food Engineering*, 4, 56-67.
- Besler, T.H.**, 2003. Balık tüketimi ve sağlık etkileşimi. Derleme, <http://www.danoneenstitusu.org.tr>.
- Bilgüven, M. ve Kurt, G.**, 2002. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine çeşitli tahıl daneleri kullanılmasının büyüme, yemden yararlanma ve yem tüketimi üzerine etkisi. *Uludağ Üniv., Zir. Fak. Derg.*, 16 (2): 1-9.
- Blom, H., Dabrowski, K., Rapp, D.J., Sakakura, Y. and Tusukamoto, K.**, 1999. Competition for space and food in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), as relate to ascorbic acid atatus. *Aquaculture*, 180, 79-87.

- Bozaran Özkurt, G.**, 2006. Balıklarda deniz kirliliğinin biyobelirteçleri. *Türk Veteriner Hekimler Birliği Derg.*, 1, No:2, 1-6.
- Brauner, J.C.**, 1999. The Effect of diet and short duration hyperoxia exposure on seawater transfer in Coho salmon smolts (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture*, 177, 257-265.
- Bray, T.M.**, 2000. Dietary antioxidants and assessment of oxidative stress. *Nutrition*, 16, No:7/8, 578-581.
- Budy, P., Thiede P.G. and Haddix, T.**, 2002. Rainbow trout growth and survival in flaming gorge reservior. *Sport Fisheries Research*, 47, 1-96.
- Casirola, M., C. and Ferraris, P.R.**, 1997. İntestinal absorption of water-soluble vitamins in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comp. Biochem. Physiology*, 116A,3:273-279.
- Catigmani, L.G., and Bieri, J.G.**, 1983. Simultaneous determination of retinol and α -tokopherol in serum or plasma by liquid chromatography. *Clinic. Chem.*, 29,4: 708-712.
- Chang, R., Lockman R., Goodwin, A., Ploveen, A. and Dabrowski, K.**, 2004. Effect of dietary vitamin C and E on alternative complement activity hemotology, tissue composition ,vitamin concetration and response to heat stress in juvenile golden shiner (*Notemigoos Crysoleucas*). *Aquaculture*, 242, 533-569.
- Choi, W., Benzig, F., Collins, A., Hannigon, M., Strain, J.**, 2004. Vitamin C and E: acut interactive effects on biomarkers of antioxidant defance and oxidative stress, *Mutation Research*, 551, 109-117 .
- Clerton, P., Troutaud, D., Verlhac, V., Gabaudan, J. and Deschaux, P.**, 2001. Dietary vitamin E rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) phagocyte functions: effect on gut and on head kidney leucocytes. *Fish & Shellfish Immunology* 11, 1-13.
- Collins, C.M., Leventis, N. and Leventis, C.S.**, 2001. Relative reactivity of vitamin A versus a mixture of β -carotene geometric isomers with electrochemically generated superoxide and hydroxyl radicals. *Electrochimica Acta*, 47, 567-576.
- Conklin, E., D.**, 2000. Housing, Maintenance and Breeding: Diet. *Department of Animal Üniversity of California, Davis, USA.*, 65-77.
- Crampton, E.W. and Maynard L.**, 1983. The relation of cellulose and lignin content to nutritive value of animal feeds. *Journa Nutrition*, 15, 383-395.
- Çavdar, C., Sifil, A. ve Çamsan, T.**, 1997. Hastalıklarına patogeneze ve tedavisinde eaktif oksijen partikülleri ve antioksidanlar. *Türk Nefroloji Diyaliz Transplantasyon Derg.*, 3-4: s. 96-101.
- Çelik, S. ve Yılmaz, Ö.**, 1999. Diabetik ratlarda vitamin E' nin serum lipidleri ve lipid peroksidasyonu üzerine etkisi. *Türk Journal of Biology*, 23, 36-46.
- Çelikkale, M.S.**, 1988. İç Su Balıkları Yetiştiriciliği. Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, KTÜ Basımevi, Cilt:2, Trabzon, 398s.
- Çelikkale, M.S.**,1994. İç Su Balıkları ve Yetiştiriciliği. Karadeniz Teknik Üniv. Yayınları, No:1 Trabzon, 392 s.
- Çetinkaya, N. ve Özcan H.**, 1991. İnetigation of seasonal variations in cow serum retinol and beta-catotene by high performance liquid chromatography method. *Comparative Biochem. Physiol.* 100, 4, 1003-1008.
- Çetinkaya, O.**, 1995. Balık Besleme. *Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak.Derg.*, Yayın No:9, Van, 103 s.

- Dabrowski, K., Lee, K., Guz, L., Verlhac, V. and Gabaudan, J.,** 2004. Effects of dietary ascorbic acid on oxygen stress, growth and tissue vitamin concentration in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 233, 383-392 .
- Değirmencioğlu, T., ve Ak, İ.,** 2003. Güz döneminde besiye alınan hindilerde askorbik asit uygulamasının besi performansı ve bazı karkas özelliklerine etkileri. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 17,2: 1-8 .
- Deniz, O.B., Sermet, A., Tümer, C., Koçyiğit, Y., Taşdemir, N., Atmaca, M. ve Kelle, M.,** 2004. Geçici serebral iskemide antioksidan savunma sistemdeki değişiklikler E ve C vitamininin koruyucu etkisi. *Dicle Tıp Derg.*, 31,3: 29-36.
- Dominguez, M., Tsuchiya M. and Takemura A.,** 2004, Effect of several environmental factors on acute stress in the nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *International Congress on the Biology of Fish*, Brazil, 145p.
- Duru, M.,** 2005. Yohimbe ve Bark ve demir diken Ekstratlarının etlik civcivlerde büyüme performansı ve vücut bileşimi üzerine etkilerinin araştırılması. Mustafa Kemal Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, Hatay.
- Dutt, B.,** 1980. Effect of vitamin A deficiency on the testes of rams. *British Veterinary Journal*, 45, 236-240.
- Düzgüner, V.,** 2005. Deneysel olarak diabet oluşturulan tavşanlarda çinkonun lipid peroksidasyonu ve antioksidan sistem üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, M.K.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 1-55 s.
- Emate A.C., Borlongan, I.G. and Damaso, J.P.,** 2000. Dietary vitamin C and E supplementation and reproduction of milkfish *Chanos chanos* forsskal. *Aquaculture Research*, 31, 557-564.
- Erdoğan, H., Gökçen H., Çamaş H., Çekgöl, E. ve Şener, E.,** 1987. Değişik düzeylerde vit.A ve vit. E içeren rasyonlarla beslenen koçların sperma verimi ve özellikleri üzerinde araştırmalar. *Uludağ. Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 5, 697-101.
- Ersoy, A. ve Dilek, K.,** 1999. Hemodiyaliz hastalarında eritrosit membran lipid peroksidasyonu ve antioksidatif homeostazis değişiklikleri. *Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Derg.*, 1, 1-14
- Ersoy, E. ve Bayşu, N.,** 1986. Biyokimya. Ders Kitabı. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fak. Yayınları*, No: 403, Ankara, 476 s.
- Fang, Y.Z., Yang S. and Wu, G.,** 2002. Free radicals, antioxidants and nutrition. *Nutrition*, 18, 872-879.
- Fernandes, A., Cromarty, D., Albercht, C. and Jonson van Rensburg C.,** 2004. The antioxidant potential of sutherlandia frutescens. *Journal of Ethnopharmacology*, 95: 1-5.
- Filho, D. W.,** 2007. Reactive oxygen species, antioxidants and fish mitochondria. *Frontiers in Bioscience*, 12,1: 1229-1237.
- Frigg, M., Prabucki A.L., and Ruhdel, E.U.,** 1990. Effect of vitamin E levels on oxidative stability of trout fillets, *Aquaculture*, 84, 145-158.
- Geldiay, R. ve Balık, S.,** 1999. Türkiye Tatlı Su Balıkları. *Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yayınları*, No: 46, İzmir, 523 s.
- Goodman, D.S.,** 1980, Vitamin A metabolism. *Federation Proceeding*, 39, 2716-2720.
- Göğüş, A.K. ve Kolsarıcı, N.,** 1992. Su ürünleri teknolojisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları*, 1243, Ankara. 266s.
- Gök, V., Kayacier, A.ve Telli, R.,** 2006. Hayvansal ve mikrobiyal kaynaklı doğal antioksidanlar. *Gıda Teknolojileri Derg.*, 2: 35-40.

- Gümüş, E. and İkiz., R.,** 2009. Effect of dietary levels of lipid and carbonhydrate on growth performance, chemical contents and digestibility in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792. *Pakistan Vet. J.*, 29 (2): 59-63.
- Gündüz, H., Doğan, İ. ve Ekin, S.,** 2002. Yemlerine vitamin A ve E ilave edilen alabalıklarda (*Oncorhynchus mykiss*) seminal plazmanın biyokimyasal bileşiminin saptanması. *Y.Y.Ü. Vet. Fak. Derg.*, 13,1-2: 64-68.
- Gür, S.,** 1996. Boğa spermasında vitamin A ve beta karoten düzeylerinin araştırılması ve bu spermalarla tohumlanan ineklerden elde edilen döl verimi sonuçları. Doktora Tezi, Fırat Üniv. *Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, 56s.
- Hagfors, L., Leandeson, P., Sköldstam, L., Anderson, J. and Jhansson , G.,** 2003. Antiooxidant intake, plasma, antiooxidats and oxidative stress in a randomized, controled, pallellel, mediterrancean dietary intervention study on patients with rehevmatoid athritis. *Nutrition Journal*, 22, 344-455.
- Halifeoğlu, İ., Karataş, F., Çoklak, R.,Telo, S.,** 2005. Tip 2 diyabetik hastalarda tedavi öncesi ve sonrası oksidan ve antioksidan durum. *Fırat Tıp Dergisi*,3: 117-122.
- Halver, J.,** 1972. Fish Nutrition. Academic Press., Ine., New York 723 p.
- Halver, J.,** 1989. Fish Nutrition. Second ed. Academic Press., Ine, New York, 723 p.
- Hanson, S.W. and Olley,J.,** 1963. Aplication oj the bligh and dyer method of lipid extraction to tissue homogenates. *Biochem. J.*, 89: 101.
- Harhoğlu, M. M. ve Köprücü, K.,** 2000. An investigation on the vitamin A , C, E and β- carotene contents of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschholtz, 1823). *Fırat Üniv., Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi*, 277- 287 s.
- Harhoğlu, M.M. ve Köprücü, K. and Özdemir, Y.,** 2002. The effect of dietary vitamin E on the pleopodal egg number of *Astacus leptodacylus* (Eschholtz, 1823). *Aquaculture International*, 10, 5: 391-397.
- Harhoğlu, M. M. and Barım, Ö.,** 2004. The effect of dietary vitamin E on the pleopodal egg and stage-1 juvenile numbers of fresh water crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823). *Aquaculture*, 236, 267-276.
- Haşımoğlu, S ve Aksoy, A.,** 1977. Rasyon hesaplama metotları ve yemleme Prensipleri.A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları,224: 439 s.
- Heiske, K.,** 2005. Interaction of oxygen supply, oxidative stress and molecular defence system during temparature stress in fish. *Dem Fachbereich Biologie Der Universität, Brama*, 1-223.
- Henken, A.M., Lucas, H., Tijssen, P.A. and Machiels, M.A.,** 1986. Comparasion between methods used to determine the energy content of feed, fish and feaces samples. *Aquaculture*, 58, 195-201.
- Henrique, M.M.F., Gomes, E.F., Gouillou, M.F., Oliva, A. and Davies, S.J.,** 1998. Influence of supplementation of practical diets with vitamin C on growth and response to hypoxic stress of seabream, *Sparus Aurata*. *Aquaculture*, 161, 415-426.
- Hidalgo C.M., Exposito A., Palma J.M.and Higuera M.,** 2002. Oxidative stress generated by detary Zn-deficiency: studies in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *The İnternational Journal of Biochemistry & Cell Biology*,34, 183-193.
- Houston, M. C.,** 2005. Nutraceuticals, vitamins, antioxidants and minerals in the prevention and treatment of hypertension progress in cardiovascular diaeses. *Aquaculture*, 47, 6: 396-449.

- Hu, C., J., Chen M., S., Pan, H.C. and Huang, H.C.,** 2005. Effect of dietary vitamin A or β - carotene concentrations on growth of juvenile hiybrit tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. Aureus*. *Aquaculture*, 4, 233-245.
- Huang, C.H. and Huang, S.L.,** 2004. Effect of dietary vitamin E on growth, tissue lipid peroxidation and liver glutathione level of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* X *O. aureus* fed oxidized oil. *Aquaculture*, 237, 381-389.
- Ibrahim W., Lee U.S., Yen C.H., Clair D.K. and Chow, C.K.,** 2000. Antioxidant and oxidative status in tissues of manganese superoxide dismutase transgenic mice. *Free Radical Biology & Medicine*, 28,3: 397-402.
- Jhonsson, G.,** 2003. Antioxidant intake, plasma, antioxidants and oxidative stres in a randomized, controlled, parellel, mediterranean dietary intervention study on patients with rheumatoid arthritis. *Nutrition Journal*, 2:5, 81-90.
- Iwama K. G.,**2004. Stress in Fish. *Fish Biol. Fisheries*, 8, No:1, 35-56.
- Karafakoğlu, M. ve Sunucu, Y.,** 2004, Tütün çalışanlarında oksidan-antioksidan durum. *Afyon Kocatepe Üniv. Tıp Dergisi*, 13, 1-5.
- Karatepe, M.,** 2005. Tiyo-semikarbazon türevleri ihtiva eden bazı ve metal komplekslerinin ratların antioksidan ve amino asit düzeylerine etkilerinin araştırılması. *Doktora Tezi*, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 67s.
- Karatepe, M.,** 1997. Diabetik hastaların kan serumunda antioksidan vitaminlerin düzeylerinin yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile tayini. *Yüksek Lisans Tezi*, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 33s.
- Kashif, S.M., Zaidi, R. and Banu, N.,** 2003. Antioxidant potential of vitamins A, E and C in modulating oxidative stress in rat brain. *Clinica Chimica Acta.*, 340, 229-233.
- Kenneth, W.M., Nancy, A. L., Chunhg, S. V.,** 1984. Simultaneous determination of plasma retinol, alfa-tocopherol, lycopene, alfa-carotene and beta-carotene by high performance liquid chromatography. *Analytical Bioch.*, 138, 340-345.
- Kılıç, A.,** 1985. Hayvan Besleme Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri. *Tübitak Yayınları*, No:61.Ankara, 513s.
- Kılıç, K. ve Kılıç, A.,** 2002. Oksijen toksisitesinin araç molekülleri olarak oksijen radikalleri. *Biyokimya Dergisi*, 10: 60-89.
- Kiron, V., Puangkaew, J., Ishizak, K., Satoh, S. and Watanabe, T.,** 2004. Antioxidant status and nonspecific immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed two levels of vitamin E along with three lipid sources. *Aquaculture*, 234, 361-379.
- Kolaylı, S. and Keha, E.,** 1999. A Comrpative study of antioxidant enzyme activities in freshwater and seawater adapted rainbow trout. *J. Biochem. Molecular Toxicology*, 13,6: 334-338.
- Kolontz, W.G.,** 1991. Manual for rainbow trout production on the family-owned farm. Nelson & Sons, Inc., California, *Aquaculture*, 6: 1-17.
- Konyalıoğlu, S.,** 2001, Et kalitesi üzerine diyetle alınan E vitamininin etkileri. *Hayvansal Üretim Derg.*, 40,2: 25-36.
- Kop, F.K. ve Korkut, A.Y.,** 2002. Balık yemlerinde kalite kontrol. *E.Ü. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 19,1-2: 271-276.
- Köprücü, K. ve Özdemir, Y.,** 2002. Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) etindeki A, C ve E vitamin miktarları. *Fırat Üniv., Fen Bilimleri Derg.i*, 14,12: 227-232.

- Kürüm, V., Emre, Y. ve Bayrak., M.,** 1998. Alabalık Yetiştiriciliği. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM), 1-166.
- Lee, H.M. and Shiau, S.Y.,** 2004. Vitamin E requirements of juvenile grass shrimp, *Penaeus Monodon*, and effect on non-specific immune responses. *Fish & Shellfish*, 16: 475-485.
- Lee, J.K. and Dabrowski, K.,** 2004. Long-term and interactions of dietary vitamins C and E on growth and reproduction of yellow perch (*Perca Flavescens*). *Aquaculture*, 230, 377-389.
- Lin, Y.H. and Shiau S.Y.,** 2005. Dietary vitamin E requirement of grouper, *Epinephelus malabaritus*, at two lipid levels and their effects on immune responses. *Aquaculture*, 248, 235-244.
- Lukaski, H.C.,** 2004. Vitamin and mineral status, effect on physical performance. *Nutrition*, 20, 632-644.
- Matson, N.S. and Riple, T.H.,** 1989. Metomidate, a better anesthetic for cod (Gausmorhua) in comparison with benzocaine MS-222, chloro butanol and phenoxyetanol. *Aquaculture*, 83, 89-94.
- McCarthy, T., Kery, J.P., Kery, J.F., Lynch, P.B. and Buckley, D.j.,** 2001. Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties. *Meat Science*, 57, 45-52.
- McLean, J.A., Karadas, F., Surai, P.F., McDevitt, R.M. and Speake, B.K.,** 2005. Lipid-soluble and water-soluble antioxidant activities of the avian intestinal mucosa at different sites along the intestinal tract. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part B, 141, 366-372.
- Memişoğlu, R.,** 2005. Diyabette serbest radikallerin rolü ve antioksidanların etkisi. *Düzce Tıp Fakültesi Derg.*, 3: 30-39.
- Mercan, U.,** 2004. Toksikolojide serbest radikallerin önemi. *Y.Y.U Vet. Fak. Derg.*, 15, 1-2: 91-96.
- Miller, K.W., Lorr, N. A. and Yang C. S.,** 1988. Simultaneous determination of plasma α -tocopherol, lycopene, α -carotene and β -carotene by high performance liquid chromatography. *Analytical Biochemistry*, 138, 340-345.
- Moeller, J. and Robert, B.,** 2001, Diseases of Fish. California Animal Health and Food Safety, California Press No:43, 34 p.
- Mohamed, S.J., Sivaram V., Christopher Roy, T.S., Marian, M.P.,** 2003. Dietary vitamin A requirement of juvenile greasy rouper (*Epinephelus tauvina*). Muragadass S. and Raffiq M.R., 2003. *Aquaculture*, 219, 693-701.
- Montero, D., Tart, L., Robaina, L., Vergara, J.M., Isquierdo, M.S.,** 2001. Low vitamin E in diet reduces stress resistance of gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. *Fish & Shellfish Immunology*, 11, 473-490.
- Moraes G.,** 2004. Metabolic responses in adaptation to stress in fish. *International Congress on the Biology of Fish*, Brazil, 47 p.
- Morales E.A., Jimenez, A., Hidalgo, C.M., Abellan, E. and Cardenetre, G.,** 2004. Oxidative stress and antioxidant defenses after prolonged starvation in *Dentex dentex* liver. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part C, 139, 153-161.
- Moren, M., Opstad, I. and Berntsen, Zambonino, J.L. and Hamre, K.,** 2004. An optimum level of vitamin A supplements for atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) juveniles. *Aquaculture*, 235, 587-599.

- Moure, A., Jose, M., Fanco, D., Domingues, M.J., Sineiro, J. and Herminia, D.,** 2001. Natural antioxidants from residual source. *Food Chemistry*, 72: 145-171.
- Muğlalı, H.Ö., Çetinkaya, N., Güler, A., Göğüş, U. ve Ulutürk, S.,** 2002. Koyunlarda E vitamini toksisitesinin asit miktarı üzerine etkisi. *Türk J. Vet. Anim., Sci.*, 26,33: 901-907.
- Munzuroğlu, Ö., Karataş, F. ve Gür, N.,** 2000. Işgın (*Rheum ribes* L.) Bitkisinde A.E. ve C, vitaminleri ile selenyum düzeylerinin araştırılması. *Türk J. Biol.*, 24, 397-404.
- Nakato, T., Kanmuri T., Sato, M. and Takeuchi, M.,** 1999. Effect of astaxanthin rich red yeast (*Phaffia rhodozyma*) on oxidative stress in rainbow trout. *Biochimica & Biophysica Acta*, 1426, 119-125.
- Nalbant, S.,** 2006. Yaşlanma Biyolojisi. *Türk Fiz. Tıp Rehab. Der. (Özel Ek)*, 12-17.
- NRC,** 1990. Nutrient Requirement of Cold Water Fishes. *National Academy Press*, No:4, Washington, 63 p.
- Naziroğlu, M., ve Günay, C.,** 1999. The levels of some antioxidant vitamins, glutathione peroxidase and lipoperoxidase during the anaesthesia of dogs. *Cell Biochemistry and Function Cell Biochem. Funct.*, 17, 207-212.
- Naziroğlu, M., Gür, S., Şimşek, H. and Köprücü, K.,** 2000. Relationship between levels of beta- carotene, vitamin A, vitamin E in the seminal plasma, spermatozoa, blood serum and liver of rainbow trout. *The Veterinary Record*, 147: 484-486.
- Ozmen, I., A, M., Cengiz, M., Sırkecioğlu, A.N., Atamanalp, M.,** 2004. Effect of water reuse system on antioxidant enzymes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, W., 1792), *Vet. Med.-Czech*, 49 (10): 373-378.
- Öz, H.,** 2002. Kronik solunum yetersizliklerinde beslenme. *Solunum Derg*, 4,2: 339-342.
- Özdemir, Y.,** 2002. İç Su Balıkları Ders Notları. F.Ü.Su Ürünleri Fakültesi, Elazığ.
- Özgen, H.,** 1990. Hayvan Besleme. Selçuk Üniv. Yayınları, No:5, Konya, 56s.
- Page, G.I. and Davies, S.J.,** 2002. Astaxanthin and canthaxanthin do not induce liver or kidney xenobiotic-metabolizing enzymes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part C, 133, 443-451.
- Palozzo, P., Serini S., Nicuolo, F.D., Piccini E. and Calviello G.,** 2003. Prooxidant effect of β -carotene in cultured cells. *Molecular Aspects of Medicine*, 24, 353-362.
- Parihar, M.S., Javeri, T., Hemnani, T., Dubey A.K. and Prakash P.,** 1997. Responses of superoxide dismutase, glutathione peroxidase and reduced glutathione antioxidant defenses in gill of the freshwater catfish (*Heteropneustes Fossilis*) to short-term elevated temperature. *J. Therm. Biol.*, 22,2: 151-156.
- Parker, S.R.,** 1988. Carotenoids in human blood and tissues. *Division of Nutritional Sciences*, 25, 254-265.
- Paul, B.N., Sakoer S. and Mohanty S.N.,** 2004. Dietary vitamin E requirement of mrigal (*Cirrhinus mirigala*) fry. *Aquaculture*, 242, 529-536.
- Paynter, K.T. and Chen, T.T.,** 1991, Biological activity of biosynthetic rainbow trout growth hormone in the eastern oyster, *Crassostrea virginica*. *The Biological. Bulletin*, 181, 459-462.
- Pedersen, C.L.,** 1987. Energy budgets for juvenile rainbow trout at various oxygen concentration, *Aquaculture*, 62, 289-298.

- Pervaiz, A., Gray, J.L., Thomas, C.H., Garling, D.L. and Booren, M.A., 1999. Dietary pigmentation and deposition of α -tocopherol and carotenoids in rainbow trout muscle and liver tissue. *Journal of Food Science*, 64,2: 234-238
- Pichavant, P., Ruget, L.P., Bayon, L.N., Severe, A., Raux, L.A., Quemener L., Maxime V., Nonntte G., Boeuf, G., 2000. Effects of hypoxia on growth and metabolism of juvenile turbot. *Aquaculture*, 188: 103-114.
- Puangkaew, J., Kiron V., Satoh, S. and Watanabe, T., 2005. Antioxidant defense of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to dietary n-3 highly unsaturated fatty acids and vitamin E contents. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part C, 140, 187-196.
- Quiles J., Huertas, J., Batine M., Mataix J. and Tortosa, C., 2002. Antioxidant nutrients and adriamycin toxicity. *Toxicology*, 180, 79-95.
- Rao, H.V. and Rao, L.G., 2007. Carotenoids and human health. *Pharmacological Research*, 10, 1043-1168.
- Redge, R., McGarvey, D.J., Truscott, T.G., 1997. The carotenoids as anti-oxidants. *Animal of Photochemistry and Photobiology Biology*, 41:189-200.
- Refstie, T. and Austreng, E., 1981, Carbohydrate in rainbow trout Diets. III. growth and chemical composition of fish from different families fed four levels of carbohydrate in the diet. *Aquaculture*, 25: 35-49.
- Ricciarelli, R., Argellati, F., Pronzato, M. and Donenicotti, C., 2007. Vitamin E and neurodegenerative diseases. *Molecular Aspects of Medicine*, 27, 2067-2997.
- Ritola, O., Livingstone, D.R., Peters L.D. and Lind, P.S., 2002. Antioxidant processes are affected in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to ozone and oxygen-supersaturated water. *Aquaculture*, 210, 1-19.
- Sacheck, J.M. and Blumberg, J.B., 2001. Role of vitamin E and oxidative stress in exercise. *Nutrition*, 17, 809-814.
- Sage, C., Casten, M., Hardly, W.R., Fage, M., D., 2003. Fish performance, fillet and health assessment index of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing adequate and high concentrations of lipid and vitamin E. *Aquaculture*, 219, 715-738.
- Sarı, M. ve Çakmak, M.N., 1996. Balık Besleme, Fırat Üniv. Yayınları, No:37, Elazığ, 270s.
- Sau, S.K., Paul, B.N., Mohanta, S.N. and Mohanty, S.N., 2004. Dietary vitamin E requirement, fish performance and carcass composition of rohu (*Labeo Rohita*) fry. *Aquaculture*, 240, 359-368.
- Sevgili, H. and Ertürk, M.M., 2004. Effects of replacement of fish meal on growth performance in practical diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 17 (2): 161-167.
- Shiau, S.Y. and Chen, Y., 1999. Estimation of the dietary vitamin A requirement of juvenile grass shrimp, *Penaus monodon*. *American Society for Nutritional Science*, 10,16: 91-95.
- Shiau S.Y. and Hsu Y.C., 2002. Vitamin E sparing effect by dietary vitamin C in juvenile hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* $\times$ *O. aureus*). *Aquaculture*, 210: 335-342.
- Shiau, S.Y., Banudevi, S., Krishnamoorthg, S., Venkatoraman P., Vignesh C., Apuldas, M.M. and Arunakaran, J., 2006. Role of α -tocopherol on antioxidant status in liver, lung and kidney of PCB exposed male albino rats. *Food and Chemical Toxicology*, 13, 1-8.

- Sorg S.**, 2004. Oxidative stress: A theoretical model or a biological reality? *Compt. Rend. Biol.*, 327: 649-662.
- Sun, T. and Hu, C.**, 2005. Antioxidant activities of buckwheat extracts. *Food Chemistry*, 90: 743-749.
- Şentürk H.**, 2004. Serbest radikal hasarının hepato-biliyer sistem hastalıklarındaki rolü. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 5 (Ek Sayı) 1-8.
- Şimşek, H. ve Aksakal, M.**, 2005. Subklinik matrisli ineklerde bazı biyokimyasal değerler E vitamininin etkisi. *Y.Y.Ü Vet. Derg.*, 16, No:1, 37-40.
- Tek S., Kılıçarslan M. ve Sabuncu A.**, 2002. Tavşanlarda beta-caroten'in fertilité üzerine etkisi. *Türk J. Vet. Anim., Sci.*, 26, 491-502.
- Tekkeş, Y.**, 2006. Streptozotosin ile diyabet oluşturulmuş farelerde aspirin ve E vitaminin dokularda lipid peroksidasyonu ve antioksidan sisteme etkisinin araştırılması. T.C. Kahraman Maraş Sütçü İmam Üniv., *Yüksek Lisans Tezi*, Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya ABD., 81s.
- Tekinay, A.A., Deveciler, E. and Güray, D.**, 2009. Effects of dietary Tuna By-Products on feed intake and utilization of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of International*, 4(1):8-2.
- Thompson, I., Chouberg G., Houlihan D.F. and Secombes, C.J.**, 1999. The effect of dietary vitamin A and astaxanthin on the immunocompetence of rainbow trout. *Aquaculture*, 133: 91-102.
- Toker, Y.N.**, 2004. HPLC ile vitamin A ve E' nin floresans dedektör ve ters faz kolon aracılığıyla miktar tayini ve kolon performansının ölçümü. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Dergisi*, 1: 83-97.
- Tort, L., Liarte, C. Acarete, L. and Mackenzie S.**, 2004. Immune suppression in fish after stress the role of cortisol. *International congress on the biology of fish*. Tropical Hotel Resort, Manaus Brazil, 81 p.
- Trenzado, C., Higuera M. and Morales A.**, 2006. Influence of dietary vitamin E, C and hufa on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) performance under crowding conditions. *Pharmacological Research*, 24: 4-26.
- TUİK**, 2007. Yıllara göre deniz ve iç sulardaki toplam balık üretimi türkiye istatistik kurumu raporları, (<http://www.tuik.gov.tr>).
- Türker A. and Dernekbaşı, S.Y.**, 2006. Effects of restricted feeding on performances of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *O.M.Ü. Ziraat Fak. Derg.*, 21(2): 190-194.
- Türker A. ve Büyükhatipoğlu Ş.**, 2006. Gökkuşak alabalıklarının yemlenmesinde alabalık ve palamut iç organları veya hamsi kullanılmasının performans ve yem materyali üzerine etkisi. *O.M.Ü. Ziraat Fak. Derg.*, 21(2):167-172.
- Vandana, S., Ram S., Ilavazhagan M., Kumar G.D. and Banerjee P.K.**, 2006, comparative cytoprotective activity of vitamin C, E and beta-carotene against chromium induced oxidative stress in murine macrophages. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 60, 71-76.
- Wang, J., Yuan, X., Jin, Z., Tian, Y and Song, H.**, 2007. Free radical and reactive oxygen species scavenging activities of peanut skins Extract. *Food Chemistry*, 27, 88-95.
- Wang, Y., Chien Y. and Pan**, 2006. Effect of dietary supplementation of carotenoids on survival, growth, pigmentation, and antioxidant capacity of characins, *Hypssobrycon callistus*. *Aquaculture*, 261, 641-648.

- Wejil, N.I., Cleton F.J. and Osanto S.,** 1997. Free radicals and antioksidants in chemotherapy induced toxicity. *Cancer Treatment, Reviews*, 23, 209-240.
- Wheeler R.R., Weswing P.H., Brannon W.F., Hubbert, F.E. and Sawyer W.A.,** 1957. The carotene and vitamin A content of plasma and liver of range hereford cows and their calves in the Northern Great basin. *Journal Animal*, 16,2: 525-536.
- Woods, L.C., Castranova D.A. and King, W.,** 2004. The effect of stress on reproductive function in domesticated male striped bass. *International Congress on the Biology of Fish, Brazil*, 97 p.
- Yamamoto, Y., Fujisava, A., Hara, A. and Dunlap, W.C.,** 2001. An unusual vitamin E constituent (α -tokomonoenol) provides enhanced antioxidant protection in marine organisms adapted to cold-water environments. *Pnas*, 98,23: 13144-13148.
- Yazıcı, C. ve Köse, K.,** 2004. Serbest radikaller. Erciyes Üniv. *Sağlık Bilimleri Derg.*, 13,2: 56-65.
- Yıldırım, Ö. ve Korkut, A.Y.,** 2004. Su ürünleri yemlerinin çevreye etkisi. E.Ü. *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 21,1-2: 167-172.
- Yıldız, H. ve Çay, M.,** 2006. İneklerde siklusun erken döneminde uygulanan oksitoksinin siklus süresi, serum pregestron, plazma vitamin A ve β -karoten düzeyleri üzerine etkisi. *Türk Journal of Veterinary Animal*, 26, 117-123.
- Yıldız, S. ve Çamsan T.,** 2002. Hemodiyalizde E vitamini ve E vitamini ile kaplı diyaliz membranı kullanımı. *Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Derg.*, 11,2:104-108.
- Yılmaz, S., Ateşşahin A., Sahra, E., Karahan İ. ve Özer S.,** 2006. Protective effect of lycopene on adriamycin-induced cardiotoxicity and nephrotoxicity. *Toxicology*, 218, 164-177.
- Zhang, P. and Omley, S.T.,** 2001 (a). β -Carotene: Interactions with α -Tokoferol and Ascorbic Asid in Microsomal Lipid Peroxidation. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 12, 38-45.
- Zhang, P. and Omley, S.T.,** 2001 (b). Antioxidant and prooxidant roles for β -Carotene, α -tokoferol and ascorbic asid in human lung cells. *Toxicology in Vitro*, 15, 13-24.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Elazığ’ da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini bu ilde tamamladı. 1994 yılında Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesini kazandı ve 1998 yılında mezun oldu. 1999 yılında Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı’nda başladı. Yüksek Lisans eğitimini 2001 yılında tamamlayarak aynı yıl Doktora eğitimine başladı. 2004 yılında Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı’nda Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Aynı anabilim dalında araştırma görevlisi olarak görevine devam etmektedir.