



YEME İLAVE EDİLEN KARAYEMİŞ (*Laurocerasus officinalis* Roem.)
YAPRAĞI EKSTRAKTININ YÜKSEK SICAKLIKLA OKSİDATİF
STRES OLUŞTURULAN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ (*Oncorhynchus
mykiss* Walbaum, 1792) YAŞAMA ORANI, BÜYÜME PERFORMANSI
İLE BAZI ANTİOKSİDAN ENZİMLER ÜZERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ

AYŞE PARLAK AKYÜZ

DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YEME İLAVE EDİLEN KARAYEMİŞ (*Laurocerasus officinalis* Roem.)
YAPRAĞI EKSTRAKTININ YÜKSEK SICAKLIKLA OKSİDATİF
STRES OLUŞTURULAN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ
(*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) YAŞAMA ORANI,
BÜYÜME PERFORMANSI İLE BAZI ANTİOKSİDAN
ENZİMLER ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

AYŞE PARLAK AKYÜZ

DOKTORA TEZİ

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ

DANIŞMAN
PROF. DR. İSMİHAN KARAYÜCEL

SİNOP – 2017

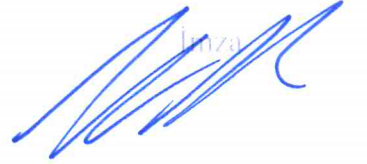
TEZ KABUL

Ayşe PARLAK AKYÜZ tarafından hazırlanan “Yeme ilave edilen karayemiş (*Laurocerasus officinalis* Roem.) yaprağı ekstraktının yüksek sıcaklıkla oksidatif stres oluşturulan gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) yaşama oranı, büyüme performansı ile bazı antioksidan enzimler üzerine etkisinin incelenmesi.” başlıklı bu çalışma, 08.08.2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **DOKTORA tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan Prof. Dr. Nazmi POLAT
Ondokuz Mayıs Üniversitesi/Fen-Edebiyat Fakültesi

imza


Üye Prof. Dr. İsmihan KARAYÜCEL
Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

imza


Üye Prof. Dr. Mehmet Emin ERDEM
Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

imza


Üye Yrd. Doç. Dr. Birol BAKİ
Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

imza


Üye Yrd. Doç. Dr. Ekrem MUTLU
Kastamonu Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

imza


Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

..... / / 20...

Doç. Dr. Turgay KORKUT
Enstitü Müdürü

imza

Doç. Dr. Turgay ÖZTÜRK
Müdür Vekili

08.08.2017

**YEME İLAVE EDİLEN KARAYEMİŞ (*Laurocerasus officinalis* Roem.) YAPRAĞI
EKSTRAKTININ YÜKSEK SICAKLIKLA OKSİDATİF STRES
OLUŞTURULAN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ (*Oncorhynchus mykiss*
Walbaum, 1792) YAŞAMA ORANI, BÜYÜME PERFORMANSI İLE BAZI
ANTIOKSİDAN ENZİMLER ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

ÖZET

Bu çalışmada, yüksek sıcaklıkla oksidatif strese maruz bırakılan gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*), karayemiş yaprağı (*Laurocerasus officinalis*) ekstraktının büyüme parametreleri, yaşama oranı ve bazı antioksidan enzimler (süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon peroksidaz) üzerine etkisi incelenmiştir.

Bu amaçla, biri ön çalışma olmak üzere toplam dört çalışma yürütülmüştür. Ön çalışmada yeme çeşitli konsantrasyonlarda (1, 5, 10 ve 15 g ekstrakt/kg) katılan karayemiş yaprağı ekstraktının büyüme, yaşama oranı, kanda ve solungaçta antioksidan enzimler üzerine etkileri incelenerek, uygun karayemiş yaprağı ekstraktı konsantrasyonu 15 g/kg yem olarak belirlenmiştir.

Akvaryum ortamında yürütülen 2. çalışmada, 15, 19 ve 21°C olmak üzere 3 sıcaklık uygulaması ile oksidatif stres oluşturulan juvenil gökkuşağı alabalığında 15 g/kg konsantrasyonunda yeme ilave edilen karayemiş yaprağı ekstraktının 15 °C’de büyümeyi gerelettiği ancak 21 °C’de olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca 19 ve 21°C’de karayemiş ilaveli yemle beslenen gruplarda, yaşama oranının kontrol gruplarına göre önemli oranda arttığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Enzim analizleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Ticari yetiştiricilik ortamında yürütülen 3. çalışmada, 5 g/kg konsantrasyonda yeme katılan karayemişin büyüme parametreleri, yaşama oranı ve katalaz enzim aktivitesine olan etkileri incelenmiş ancak bu konsantrasyonda yeme ilave edilen karayemişin incelenen parametreler üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Son olarak, akvaryum ortamında yürütülen 4. çalışmada, yüksek sıcaklıkla (21°C) strese maruz bırakılan juvenil gökkuşağı alabalıklarında çeşitli konsantrasyonlarda (0, 1, 2.5, 5, 10 ve 15 g ekstrakt/kg) karayemiş yaprağı ekstraktı ilavesinin, yem değerlendirme sayısı ve yaşama oranını önemli oranda arttırdığı tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Anahtar kelimeler: Karayemiş, Oksidatif stres, Gökkuşağı alabalığı, Yaşama oranı, Büyüme, Antioksidan enzim

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CHERRY LAUREL (*Laurocerasus officinalis* Roem.) DIETARY LEAF EXTRACT SUPPLEMENTATION ON THE SURVIVAL RATE, GROWTH PERFORMANCE AND SOME ANTIOXIDANT ENZYMES OF THE RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) EXPOSED TO OXIDATIVE STRESS INDUCED BY HIGH TEMPERATURE

ABSTRACT

In this study, the effects of cherry laurel (*Laurocerasus officinalis*) leaf extract on the growth parameters, survival rate and some antioxidant enzymes (superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase) of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in oxidative stress induced by high temperature were investigated.

For this purpose, four studies were performed, one of those is prestudy. In prestudy, the effect of cherry leaf extract supplemented diet in different concentrations (1, 5, 10, 15 g extract/kg) on growth, survival rate and antioxidant enzymes in blood and gill tissue were examined and the optimum concentration was determined as 15 g/kg.

In the second study performed in the aquariums, oxidative stress was induced in juvenile rainbow trouts with 3 different water temperatures (15, 19, 21°C). 15 g/kg cherry laurel leaf extract supplemented diets caused growth retardation in 15°C but showed a positive effect on growth in 21 °C. Also, survival rate increased significantly in groups fed with cherry laurel supplemented diets in 19 ve 21°C ($p<0.05$). In terms of antioxidant enzymes, there were no significant difference between the groups ($p>0.05$).

In the third study performed in an aquaculture facility, the effects of 5 g/kg cherry laurel leaf extract supplementation on growth parameters, survival rate and catalase activity were examined but cherry laurel extract in this concentration had no significant effect on the aforesaid parameters ($p>0.05$).

Finally, in the fourth study performed in the aquariums, juvenile rainbow trouts exposed to thermal stress (21°C) were fed with cherry laurel supplemented diets in different concentrations (0, 1, 2.5, 5, 10 ve 15 g extract/kg). As a result, cherry laurel leaf extract decreased feed conversion ratio and increased survival rate significantly ($p<0.05$).

Key words: Cherry laurel, oxidative stress, rainbow trout, survival rate, growth, antioxidant enzyme

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. İsmihan KARAYÜCEL'e, çalışmalarımın yürütülmesinde bana her zaman destek olan hocam Yrd. Doç. Dr. Seval DERNEKBAŞI'na, Tez İzleme Komitesi Üyesi hocalarım Prof. Dr. Mehmet Emin ERDEM ve Yrd. Doç. Dr. Birol BAKİ'ye, Tez Savunması Sınavı Jüri Üyesi hocalarım Prof. Dr. Nazmi POLAT ve Yrd. Doç. Dr. Ekrem MUTLU'ya teşekkür ederim.

Çalışmalarımı yürüttüğüm kapalı devre yetiştiricilik sistemini dizayn eden, kullanılan malzemelerin temini ve sistemin inşasını gerçekleştiren Ali Haydar DERNEKBAŞI'na, denemelerin kurulumu ve sonlandırılması, sistemin bakımı, kimyasal analizlerin gerçekleştirilmesi ve yem yapımında yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım başta Arş. Gör. Murat KERİM ve Doktora Öğrencisi Gökhan YILDIZ olmak üzere, Mühendis Mehmet BAHTİYAR, Arş. Gör. Serpil YAVUZ KESKİN, Arş. Gör. Ayşah ÖZTEKİN ve Arş. Gör. İrfan KESKİN'e, su analizlerinde yardımcı olan Laboratuvar Teknikeri Zeynep BOZDOĞAN'a, Araştırma Merkezi'nde teknik desteğinden dolayı Mühendis Enver OVALI'ya, enzim analizlerinin yapıldığı Bilim Laboratuvarı'na, kafeslerini kullandığım ve balıkların temin edildiği Kuzey Su Ürünleri Tic. ve Ltd. Şti. Yönetim Kurulu Başkanı babam Osman PARLAK'a ve işletme müdürü Sezgin ARSLAN'a, kafeste yürüttüğüm çalışmada balıkların bakımıyla ilgilenen Mehmet Uğur'a teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen annem, babam, kardeşlerime, kayınvalidem ve kayınpederime, eşim Bilal AKYÜZ ve oğlum Deniz'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırma Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Koordinatörlüğü'nce desteklenmiştir. Proje No: SÜF-1901-14-03, 2014.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SEMBOLLER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Stres.....	4
2.1.1. Stres Tepkisinin Oluşumu.....	5
2.1.1.1. Birincil Tepki.....	6
2.1.1.2. İkincil Tepki	8
2.1.1.3. Üçüncül Tepki	8
2.1.2. Hücresel Tepki.....	8
2.1.3. Oksidatif Stres.....	9
2.1.4. Serbest Radikallerin Organizmaya Etkileri	10
2.1.4.1. Antioksidanlar	11
2.1.4.2. Antioksidan Savunma Sistemi.....	12
2.2. Balık Yetiştiriciliğinde Stres	15
2.2.1. Su Koşulları	17
2.2.2. Biyolojik Stres Etkenleri.....	19
2.2.3. Yetiştiricilik Uygulamaları	19
2.2.4. Bitkisel Antioksidanlar	21
2.3. Karayemiş	22
2.3.1. Genel Özellikleri.....	22
2.3.2. Kullanım Alanları	23
2.3.3. Antioksidan Özellikleri.....	23
3. LİTERATÜR ÖZETİ	25
3.1. Antioksidan Maddelerin Büyüme Performansı ve Yaşama Oranına Etkilerine İlişkin Literatür Özeti.....	25
3.2. Antioksidan Maddelerin Enzim Aktivitelerine Etkisine İlişkin Literatür Özeti	27

3.3.	Sıcaklığın Enzim Aktivitelerine Etkisine İlişkin Literatür Özeti	30
3.4.	Karayemiş Bitkisine İlişkin Literatür Özeti	32
4.	MATERYAL VE YÖNTEM	34
4.1.	Materyal	34
4.1.1.	Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışmaları	34
4.1.1.1.	Araştırma Yeri	34
4.1.1.2.	Akvaryum Sistemi	34
4.1.2.	Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışması	36
4.1.2.1.	Deneme Yeri	36
4.1.2.2.	Kafes Sistemi	37
4.1.3.	Balık Materyali	38
4.1.4.	Deneme Yemleri ve Karayemiş Yaprağı	38
4.2.	Yöntem	38
4.2.1.	Azot Döngüsünün Oluşturulması	38
4.2.2.	Deneme Yemlerinin Hazırlanması	39
4.2.3.	Balıkların Yemlenmesi	40
4.2.4.	Örneklerin Alınması	40
4.2.4.1.	Kan Örneklerinin Alınması	40
4.2.4.2.	Doku Örneklerinin Alınması	40
4.2.5.	Büyüme Performansı Parametrelerinin Belirlenmesi	41
4.2.5.1.	Canlı Ağırlık Artışı (CAA)	41
4.2.5.2.	Spesifik Büyüme Oranı (SBO)	41
4.2.5.3.	Oransal Büyüme Oranı (OBO)	41
4.2.5.4.	Yem Değerlendirme Sayısı (YDS)	42
4.2.5.5.	Yaşama Oranı (YO)	42
4.2.5.6.	Kondisyon Faktörü (KF)	42
4.2.5.7.	Hepatosomatik İndeks (HSI)	42
4.2.5.8.	Viserosomatik İndeks (VSI)	42
4.2.5.9.	Karkas Verimi (KV)	43
4.2.6.	Kimyasal Analizler	43
4.2.6.1.	Ham Protein Analizi	43
4.2.6.2.	Ham Yağ Analizi	43
4.2.6.3.	Ham Kül Analizi	44

4.2.6.4. Kuru Madde Analizi	44
4.2.7. Antioksidan Enzim Analizleri	44
4.2.7.1. Süperoksit Dismutaz Aktivitesi Ölçümü	44
4.2.7.2. Katalaz Aktivitesi Ölçümü (CAT).....	45
4.2.7.3. Glutasyon Peroksidaz Aktivitesi Ölçümü (GPx)	47
4.2.8. Ön Çalışma	48
4.2.8.1. Deneme Düzeni.....	48
4.2.9. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1	49
4.2.9.1. Deneme Düzeni.....	49
4.2.10. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışması.....	49
4.2.10.1. Deneme Düzeni.....	50
4.2.11. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-2	50
4.2.11.1. Deneme Düzeni.....	50
4.2.12. İstatistiksel Değerlendirme	51
5. BULGULAR	52
5.1. Ön Çalışmaya İlişkin Bulgular	52
5.1.1. Ön Çalışmaya Ait Su Parametrelerine İlişkin Bulgular	52
5.1.2. Ön Çalışmaya Ait Büyüme Parametrelerine İlişkin Bulgular	52
5.1.3. Ön Çalışmaya Ait Enzim Analizlerine İlişkin Bulgular.....	55
5.2. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e İlişkin Bulgular	59
5.2.1. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Su Parametrelerine İlişkin Bulgular	60
5.2.2. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Büyüme Performansı ve Yaşama Oranına İlişkin Bulgular	60
5.2.3. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Yem Tüketimine İlişkin Bulgular	64
5.2.4. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Viserosomatik İndeks (VSI), Hepatosomatik İndeks (HSI), Karkas Verimi (KV) ve Kondisyon Faktörüne (KF) İlişkin Bulgular	65
5.2.5. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Biyokimyasal Kompozisyona İlişkin Bulgular.....	67
5.2.6. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Antioksidan Enzim Aktivitelerine İlişkin Bulgular.....	69
5.2.6.1. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Süperoksit Dismutaz (SOD) Enzim Aktivitesi.....	69

5.2.6.2. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Katalaz Enzim Aktivitesi (CAT).....	71
5.2.6.3. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Glutasyon Peroksidaz Enzim Aktivitesi (GPx)	73
5.3. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışmasına İlişkin Bulgular	75
5.3.1. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışmasına Ait Su Parametrelerine İlişkin Bulgular.....	75
5.3.2. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışmasına Ait Büyüme Performansı ve Yaşama Oranına İlişkin Bulgular	76
5.3.3. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışmasına Ait Yem Tüketimine İlişkin Bulgular	78
5.3.4. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışmasına Ait Viserosomatik İndeks (VSI), Hepatosomatik İndeks (HSI), Karkas Verimi (KV) ve Kondisyon Faktörüne İlişkin Bulgular.....	78
5.3.5. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışmasına Ait Biyokimyasal Kompozisyona İlişkin Bulgular.....	80
5.3.6. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışmasına Ait Katalaz (CAT) Enzim Aktivitesine İlişkin Bulgular	81
5.4. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-2'ye İlişkin Bulgular	82
5.4.1. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-2'ye Ait Su Parametrelerine İlişkin Bulgular.....	82
5.4.2. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-2'ye Ait Yaşama Oranına İlişkin Bulgular	83
5.4.3. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-2'ye Ait Yem Tüketimine İlişkin Bulgular	84
6. TARTIŞMA.....	86
6.1. Spesifik Büyüme Oranı (SBO).....	87
6.2. Yem Değerlendirme Sayısı (YDS).....	89
6.3. Biyokimyasal Kompozisyon	91
6.4. Yaşama Oranı (YO)	92
6.4. Enzim Aktiviteleri.....	94
7. SONUÇ ve ÖNERİLER	97
KAYNAKLAR	99
ÖZGEÇMİŞ	110
EKLER.....	112
Ek-1 Tezde Geçen Balıklar ve Latince İsimleri	112

Ek-2 Terimler Sözlüğü.....	113
----------------------------	-----



SEMBOLLER VE KISALTMALAR

KISALTMALAR

Kısaltma	Türkçe	İngilizce
ACTH	Adrenokortikotrofik hormon	Adrenocorticotrophic hormone
CAT	Katalaz	Catalase
CRH	Kortikotrofin-salğılatıcı hormon	Corticotropin releasing hormone
EGCG	Epigallokateşin gallat	Epigallocatechin gallate
GPx	Glutasyon peroksidaz	Glutathione peroxidase
HCN	Hidrosiyanik asit	Hydrogen cyanide
HPI	Hipotalamik-hipofiz-interrenal	Hypothalamic-pituitary-interrenal
PON	Preoptik nükleus	Preoptic nucleus
PUFA	Çoklu doymamış yağ asitleri	Polyunsaturated fatty acid
SOD	Süperoksit dismutaz	Superoxide dismutase

ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER LİSTESİ

ŞEKİLLER

Sayfa No

Şekil 2.1. Akuatik ortamda karşılaşılan çevresel stres etkenleri.....	5
Şekil 2.2. Balıklarda nöroendokrin stres tepkisi	7
Şekil 2.3. Moleküler oksijenin suya dönüşümü	9
Şekil 2.4. Antioksidanların sınıflandırılması	14
Şekil 2.5. Entansif yetiştiricilikte karşılaşılan stres etkenleri	17
Şekil 2.6. Karayemişin Türkiye’deki dağılımı.....	22
Şekil 2.7. Karayemiş meyve ve yaprakları	23
Şekil 4.1. Çalışmanın yürütüldüğü akvaryum sisteminin genel görüntüsü	34
Şekil 4.2. Deneme ünitesinin görünümü.....	35
Şekil 4.3. Akvaryum samp sisteminin görünümü.....	35
Şekil 4.4. Akvaryumun ayrıntılı çizimi	36
Şekil 4.5. Çalışmanın yürütüldüğü tesis	37
Şekil 4.6. Araştırmada kullanılan kafesler.....	37
Şekil 5.1. Ön çalışma sonucunda deneme gruplarının a) canlı ağırlık artışları (CAA, g) b) yaşama oranları (YO, %)	54
Şekil 5.2. Ön çalışma sonucunda deneme gruplarının a) spesifik büyüme (SBO, %) ve b) oransal büyüme oranları (OBO, %)	54
Şekil 5.3. Ön çalışma sonucunda deneme gruplarının a) kondisyon faktörü (KF), b) hepatosomatik indeks (HSI, %) ve c) viserosomatik indeks değerleri (VSI, %).....	55
Şekil 5.4. Ön çalışma başlangıcında ve sonunda balıkların kan serumundaki süperoksit dismutaz enzim aktivitesi (SOD, U/ml).....	56
Şekil 5.5. Ön çalışma başlangıcında ve sonunda balıkların kan serumundaki katalaz enzim aktivitesi (CAT, mol/min/ml)	57
Şekil 5.6. Ön çalışma sonucunda balıkların solungaç dokusundaki a) süperoksit dismutaz (SOD, U/ml), b) katalaz (CAT, mol/min/ml) ve c) glutatyon peroksidaz (GPx, mol/min/ml) enzim aktiviteleri	59
Şekil 5.7. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1’e ait deneme gruplarının deneme sonu ortalama ağırlıkları (g)	62
Şekil 5.8. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1’e ait deneme gruplarının canlı ağırlık artışları (CAA, g).....	62

Şekil 5.9. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının spesifik büyüme oranları (SBO, %)	63
Şekil 5.10. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının oransal büyüme oranları (OBO, %).	64
Şekil 5.11. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının yaşama oranı değerleri (YO, %)	64
Şekil 5.12. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının a) yem tüketim değerleri (g) ve b) yem değerlendirme sayıları (YDS).....	65
Şekil 5.13. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının a) viserosomatik indeks (VSI, %) ve b) hepatosomatik indeks (HSI, %) değerleri.....	66
Şekil 5.14. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının a) karkas verimi (KV, %) ve b) kondisyon faktörü (KF) değerleri	67
Şekil 5.15. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının a) ham protein (%), b) ham yağ (%), c) nem (%) ve d) ham kül (%) oranları.....	68
Şekil 5.16. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının süperoksit dismutaz enzim miktarının (SOD, U/ml) örnekleme günü ve gruplara göre değişimi.....	70
Şekil 5.17. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarında katalaz enzim miktarının (CAT, nmol/min/ml) örnekleme günü ve gruplara göre değişimi.....	72
Şekil 5.18. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarında glutatyon peroksidaz enzim miktarının (GPx, nmol/min/ml) örnekleme günü ve gruplara göre değişimi.....	74
Şekil 5.19. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait yüzey ve 3 metredeki su sıcaklığının günlere göre değişimi	75
Şekil 5.20. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait yüzey ve 3 metredeki çözünmüş oksijen konsantrasyonunun günlere göre değişimi.....	76
Şekil 5.21. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında ortalama ağırlık (g) ve canlı ağırlık artışı (CAA, g) değerleri	77
Şekil 5.22. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında yaşama oranı (YO, %) değerleri	77
Şekil 5.23. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında spesifik büyüme oranları (SBO, %)	77
Şekil 5.24. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında a) yem tüketim değerleri (g) ve b) yem değerlendirme sayıları (YDS).....	78

Şekil 5.25. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında a) hepatosomatik indeks (HSI, %) b) viserosomatik indeks (VSI, %) değerleri	79
Şekil 5.26. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında a) karkas verimi (KV, %) ve b) kondisyon faktörü (KF) değerleri	80
Şekil 5.27. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında ham protein (% a), ham yağ (% b), ham kül (% c) ve nem (% d) oranları	81
Şekil 5.28. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında katalaz (CAT, U/mg protein) enzim aktivitesi değerleri	82
Şekil 5.29. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-2'ye ait yaşama oranına (YO, %) ilişkin bulgular	84



ÇİZELGELER

Sayfa No

Çizelge 2.1. Stresin kültür balıklarında dönemsel etkileri.....	15
Çizelge 2.2. Balıklarda stres belirtileri	16
Çizelge 2.4. Karayemişin taksonomisi	22
Çizelge 2.5. Karayemiş yapraklarının içeriğindeki antioksidan özelliğe sahip bileşikler.....	24
Çizelge 5.1. Ön çalışmaya ait büyüme parametrelerine ilişkin bulgular	53
Çizelge 5.2. Ön çalışma sonucunda balıkların kanındaki SOD ve CAT enzim analizlerine ilişkin bulgular	56
Çizelge 5.3. Ön çalışma sonucunda balıkların solungaç dokusundaki antioksidan enzim analizlerine ilişkin bulgular	58
Çizelge 5.4. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait su parametrelerine ilişkin bulgular	60
Çizelge 5.5. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait büyüme parametrelerine ilişkin bulgular	61
Çizelge 5.6. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait yem tüketimi (g) ve yem değerlendirme sayısına (YDS) ilişkin bulgular	65
Çizelge 5.7. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarında VSI, HSI, KV ve KF'ye ilişkin bulgular	66
Çizelge 5.8. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait balık etinin biyokimyasal kompozisyonu	68
Çizelge 5.9. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının süperoksit dismutaz enzim miktarının (U/ml) örnekleme günü ve gruplara göre değişimi.....	70
Çizelge 5.10. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarında katalaz enzim miktarının (CAT, nmol/min/ml) örnekleme günü ve gruplara göre değişimi.....	72
Çizelge 5.11. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarında glutatyon peroksidaz enzim miktarının (GPx, nmol/min/ml) örnekleme günü ve gruplara göre değişimi.....	74
Çizelge 5.12. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait büyüme parametrelerine ilişkin bulgular	76

Çizelge 5.13. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında yem tüketimine ilişkin bulgular	78
Çizelge 5.14. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait büyüme parametrelerine ilişkin bulgular	79
Çizelge 5.15. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında balık etinin biyokimyasal kompozisyonuna ilişkin bulgular	80
Çizelge 5.16. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında katalaz (CAT, U/mg protein) enzim aktivitesi değerleri	82
Çizelge 5.17. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-2'ye ait su parametrelerine ilişkin bulgular	83
Çizelge 5.18. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-2'ye ait yaşama oranına (YO, %) ilişkin bulgular	84
Çizelge 5.19. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-2'ye ait yem tüketimi (g) ve yem değerlendirme sayısına (YDS) ilişkin bulgular	85

1. GİRİŞ

Balık, insan sağlığı için gerekli tüm aminoasitleri içermesi, yağ asitleri bakımından zengin olması ve yağ oranının düşük olması nedeniyle kırmızı ete kıyasla çok daha sağlıklı bir protein kaynağıdır. Günlük beslenme rejimine dahil edilen balığın, kalp hastalıkları, kanser, tansiyon, şeker hastalığına karşı vücudu korumaya yardımcı olduğu bilinmektedir (Turan ve ark., 2006). Sağlıklı beslenme konusunda tüketicinin bilinçlenmesi ve nüfusun artışı ile birlikte balığa olan talep artmış ve dünyada kişi başına düşen balık tüketimi 2014 yılında 20 kg'a ulaşmıştır. Ancak aşırı avcılık nedeniyle denizlerdeki balık stokları gün geçtikçe azalmaktadır. İnsan tüketimine sunulan balık üretiminin 2015 yılı itibarıyla yarısını karşılayan su ürünleri yetiştiriciliği, hızlı bir şekilde gelişerek dünyanın en hızlı büyüyen gıda sektörü konumuna gelmiştir (FAO, 2016).

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de su ürünleri yetiştiriciliği hızlı bir ivme kazanmıştır. 2015 yılında ülkemizde toplam su ürünleri üretimi 672241 ton olarak gerçekleşmiştir. Toplam üretimin 431907 tonu avcılık, 240334 tonu ise yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. Bu üretimin %45'ini oluşturan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) 108038 ton ile ülkemizde en çok üretimi yapılan balık türüdür (TÜİK, 2016).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde balıklar, havuz ya da kafes gibi kapalı alanlarda stoklanmakta ve birim alandan en yüksek verim elde edilmeye çalışılmaktadır (Sakai, 1999). Stok yoğunluğundaki artış, beraberinde stres temelli problemleri de getirmektedir. Stres, çevresel değişimin fizyolojik durum üzerindeki ölçülebilir etkisi olarak tanımlanabilir. Stres belirtileri; cansızlık, yem alımında azalma, yavaş büyüme, deride problemler, hiperaktivite ve ölüm gibi gözlenebilir değişiklikler olabilirken, balıklar hastalanana kadar gizli de kalabilir (Conte, 2004).

Yetiştiricilik ortamında, elleme, taşıma, aşırı stoklama, uygun olmayan su koşulları gibi birçok stres etkeni bulunmaktadır ve su sıcaklığındaki değişiklik balık için en önemli etkenlerden biridir (Newman, 2000). Sıcaklık değişimi, canlının ölümüne neden olabilir, balığa dolaylı olarak zarar verebilir, metabolizma hızını ve gelişimini kontrol edebilir, aktiviteyi ve dağılımı sınırlayabilir, diğer çevresel faktörlerle etkileşime girerek onların potansiyel etkilerini maskeleyebilir ve duyuşsal algıyı uyarabilir (Coutant, 1976). Özellikle salmonidler için yetiştiricilik ortamında su sıcaklığının yükselmesi yem alımında azalma, büyümede gerileme, hastalık görülme sıklığında artış ve yaşama oranında azalma ile sonuçlanabilir.

Son yıllarda araştırmacılar ve yetiştiriciler hastalıkları önlemek, büyüme performansını artırmak ve bağışıklık sistemini güçlendirmek amacıyla antioksidan özellik gösteren bitkisel katkı maddelerine yönelmeye başlamıştır. Araştırmalar bu maddelerin oldukça yararlı etkilerinin olduğunu göstermiştir. Bitkisel katkı maddesi kullanımının en büyük avantajı, bu maddelerin doğal içerikli olması ve balık, insan ya da çevreye zarar vermemeleridir (Gabor ve ark., 2012). Tıbbi bitkiler insanlar tarafından binlerce yıl boyunca ilaç ve bağışıklık güçlendirici olarak kullanılmıştır. Bu bitkiler balıklarda spesifik olmayan savunma mekanizmalarını erken aktive ederek immunostimulant olarak görev yapabilir (Govind ve ark., 2012).

Herhangi bir stres etkeni nedeniyle, canlıda prooksidan–antioksidan dengesinin bozulması sonucunda ortaya çıkan oksidatif stresin etkileri, antioksidan savunma sistemini güçlendiren antioksidan maddeler yardımıyla ortadan kaldırılabilir. Antioksidan savunma sistemi, enzimatik ve non-enzimatik antioksidanlar olarak sınıflandırılabilir (Mehta ve Gowder, 2015). Enzimatik antioksidanların başlıcaları olan süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) aktivitelerindeki değişimler oksidatif stresin göstergesi olarak kullanılabilir (Ekambaram ve ark., 2014).

Karayemiş (*Laurocerasus officinalis*), antioksidan özelliği kanıtlanmış tıbbi bitkiler arasında yer almaktadır ve yıllar boyu Doğu Karadeniz’in yerel halkı tarafından egzama, boğaz ağrısı, astım, öksürük gibi hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Kolaylı ve ark., 2003; Liyana-Pathirana ve ark., 2006; Karahalil ve Şahin, 2011; Demir ve ark., 2017). Ayrıca, oksidatif hasara karşı hücrelerin korunmasını sağlayan fenolik bileşikler bakımından oldukça zengin bir bitki olup yaprak, meyve ve çekirdekleri yüksek antioksidan kapasiteye sahiptir (Engin, 2007). Bu bakımdan karayemiş balıklarda stresin oluşturduğu etkiyi azaltarak, yaşama oranını artırılabilir ancak daha önce herhangi bir balık türü üzerinde antioksidan olarak kullanımına rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, karayemiş yaprağı ekstraktının gökkuşağı alabalığı üzerinde büyüme, yaşama oranı ve bazı antioksidan enzimler üzerine (süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon peroksidaz) etkisini belirlemek amacıyla biri ön çalışma olmak üzere toplam dört çalışma yürütülmüştür. Buna göre ön çalışmada yeme çeşitli konsantrasyonlarda katılan karayemiş yaprağı ekstraktının alabalıklarda büyüme, yaşama oranı, kanda ve solungaçta antioksidan enzimler bakımından etkileri incelenerek çalışmada kullanılacak olan konsantrasyon tespiti yapılmaya çalışılmıştır. Akvaryum ortamında yürütülen 2. çalışmada 15, 19 ve 21°C olmak üzere 3 sıcaklık uygulaması ile oksidatif stres oluşturulan juvenil gökkuşağı alabalığında yeme ilave edilen karayemiş yaprağı ekstraktının büyüme

parametreleri, yaşama oranı ve karaciğer dokusunda bazı antioksidan enzimler üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmanın ardından 3. çalışmada ticari yetiştiricilik ortamında yeme katılan karayemişin büyüme parametreleri, yaşama oranı ve karaciğer dokusundaki katalaz enzim aktivitesine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Son olarak, akvaryum ortamında yürütülen 4. çalışma ile yüksek sıcaklıkla (21°C) oksidatif strese maruz bırakılan juvenil gökkuşağı alabalıklarında karayemiş yaprağı ekstraktının büyüme parametreleri ve yaşama oranı üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.



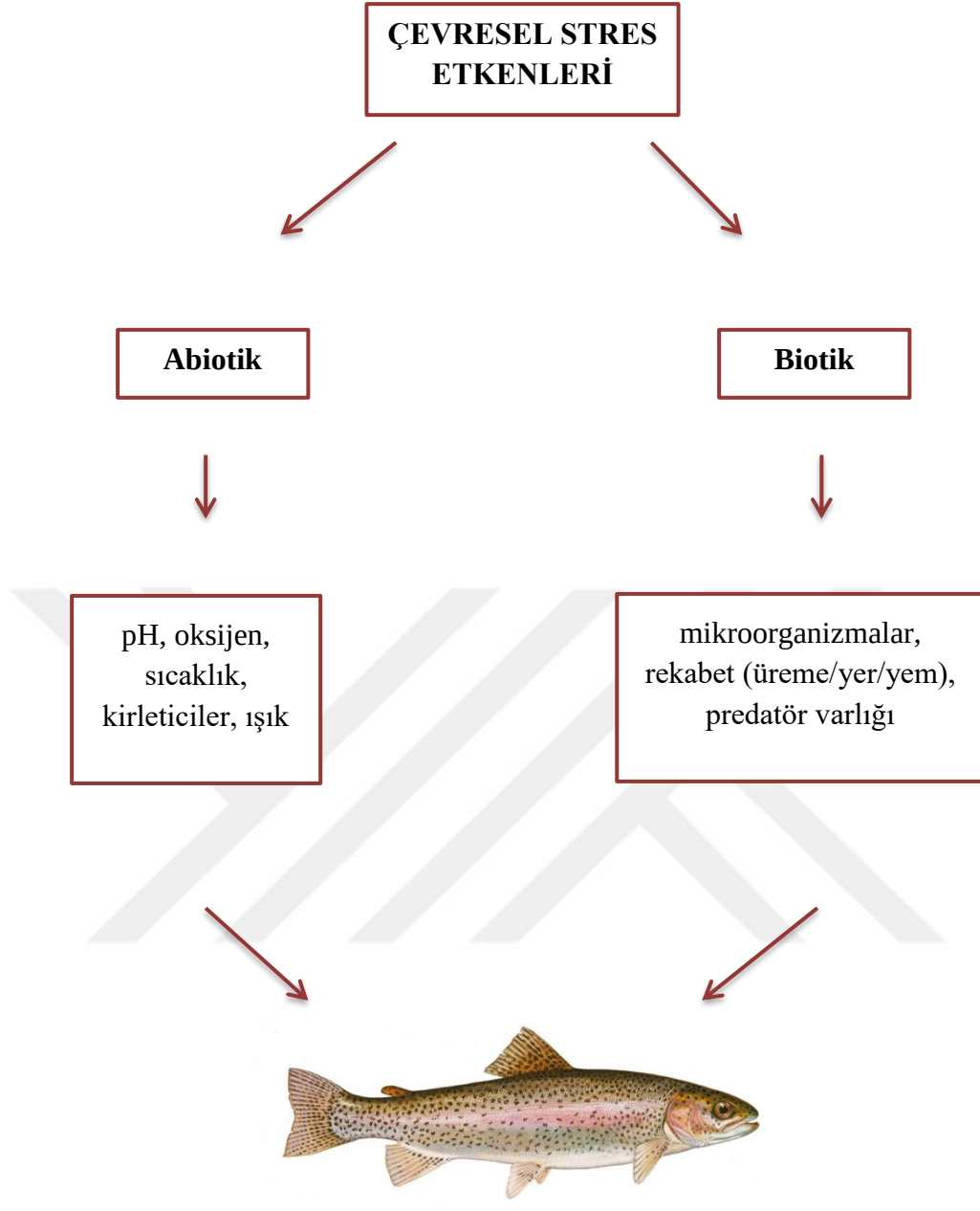
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Stres

Omurgalı hayvanlar için stres genellikle “stres etkeni” adı verilen dış uyaranların etkileri sonucunda bozulan homeostazi olarak ifade edilebilir (Kubilay ve Uluköy, 2002). Selye (1984)’e göre stres, “östres” (sağlıklı stres) ve “distres” (kötü stres) olarak iki aşamada incelenmelidir. Östres, canlının biyolojik performansı ve savunma mekanizmalarını iyileştiren fizyolojik değişimlere neden olan durumlarda organizmanın bir tepkisi olarak ortaya çıkar. Distres ise organizmanın bütünlüğünü tehlikeye atan fizyolojik tepkiler yaratan faktörlerin varlığında meydana gelmektedir (Rudneva, 2014). Stres tepkisini oluşturan nöroendokrin, fizyolojik ve davranışsal değişimler, canlının homeostaziyi sağlamak ve hayatta kalmak adına, stres etkenleriyle başa çıkmasını sağlayan dengeleyici ve adapte edici mekanizmalar olarak kabul edilmektedir. Kısa vadede stres tepkisi balık için hayati bir değer taşır. Ancak stres etkeni/etkenlerinin yoğunluğu ve maruz kalma süresi arttıkça stres tepkisi adapte edici özelliğini kaybederek, balığın sağlık ve refahına zarar vermeye başlayacaktır (Prunet ve ark., 2008).

Hayvanlar aleminde stres etkenlerinin birçoğu, hayvanların temel ihtiyaçlarının benzerliği dolayısıyla evrenseldir. Evrensel stres etkenleri; optimum olmayan çevresel şartlar (sıcaklık, oksijen vb.), yetersiz beslenme, gün ışığı, predatörlere açık olma ve alan belirleme ihtiyacı gibi sosyal etkileşim gereklilikleri olarak sıralanabilir. Diğer stres etkenleri belli hayvan gruplarına ya da habitatlara özeldir. Kara hayvanlarına kıyasla balıklar ve diğer sucul canlılar daha fazla stres etkenlerine maruz kalmaktadırlar. Bunun sebebi homeostazik mekanizmalarının, bulundukları ortam koşullarına önemli ölçüde bağımlı olmasıdır (Harper ve Wolf, 2009). Balıklarda strese neden olan çevresel etkenler, abiyotik ve biyotik etkenler olarak sınıflandırılabilir. Akuatik ortamdaki abiyotik etkenler su sıcaklığı, pH, oksijen konsantrasyonundaki değişiklikler, biyotik etkenler ise mikroorganizmalar, predatör baskısı ve rekabet olarak sayılabilir (Şekil 2.1) (Witeska, 2005).

Balıkların stres etkenlerine verdikleri tepkiyi belirleyen en önemli unsur balığın evrimsel geçmişi. Bu sebeple tepkiler türden türe, hatta aynı türün farklı ırkları arasında bile farklılık gösterebilir (Rudneva, 2014). Stres etkenlerine verilen fizyolojik tepkinin büyüklüğü üzerinde cinsiyet, yaş, mevsim, fiziksel durum, su kalitesi gibi çok sayıda etken rol oynar (Schreck ve ark., 2001).



Şekil 2.1. Akuatik ortamda karşılaşılan çevresel stres etkenleri

2.1.1. Stres Tepkisinin Oluşumu

Stres tepkisi doğal seleksiyon baskısı altında evrimleşmiş her hayvanın tehlikeli ortam koşulları ile başa çıkabilmesini sağlayan bir mekanizmadır. Tepkinin temel noktası anabolik durumdan (enerjinin alınıp depolandığı) katabolik duruma (enerji depolarının tüketildiği) geçiştir. Enerji, canlının potansiyel tehdidi görmezden gelmesi ya da başa çıkması amacıyla kullanılır. Doğal yaşamda ortaya çıkan stres tepkisinin canlıyı hayatta tutmaya yardımcı olması sebebiyle diğer geçici zararlı etkileri göz ardı edilebilir. Ancak

kültür ortamındaki bir balık için stres etkeninden kaçmak ya da onu göz ardı etmek mümkün olmadığından dolayı, stres tepkisinin yararlı etkileri bu durumda gözlenmeyebilir. Hatta bu durumda stres süresi uzadığında ya da şiddetli olduğunda zararlı yan etkiler ortaya çıkmaktadır (Pickering, 1992).

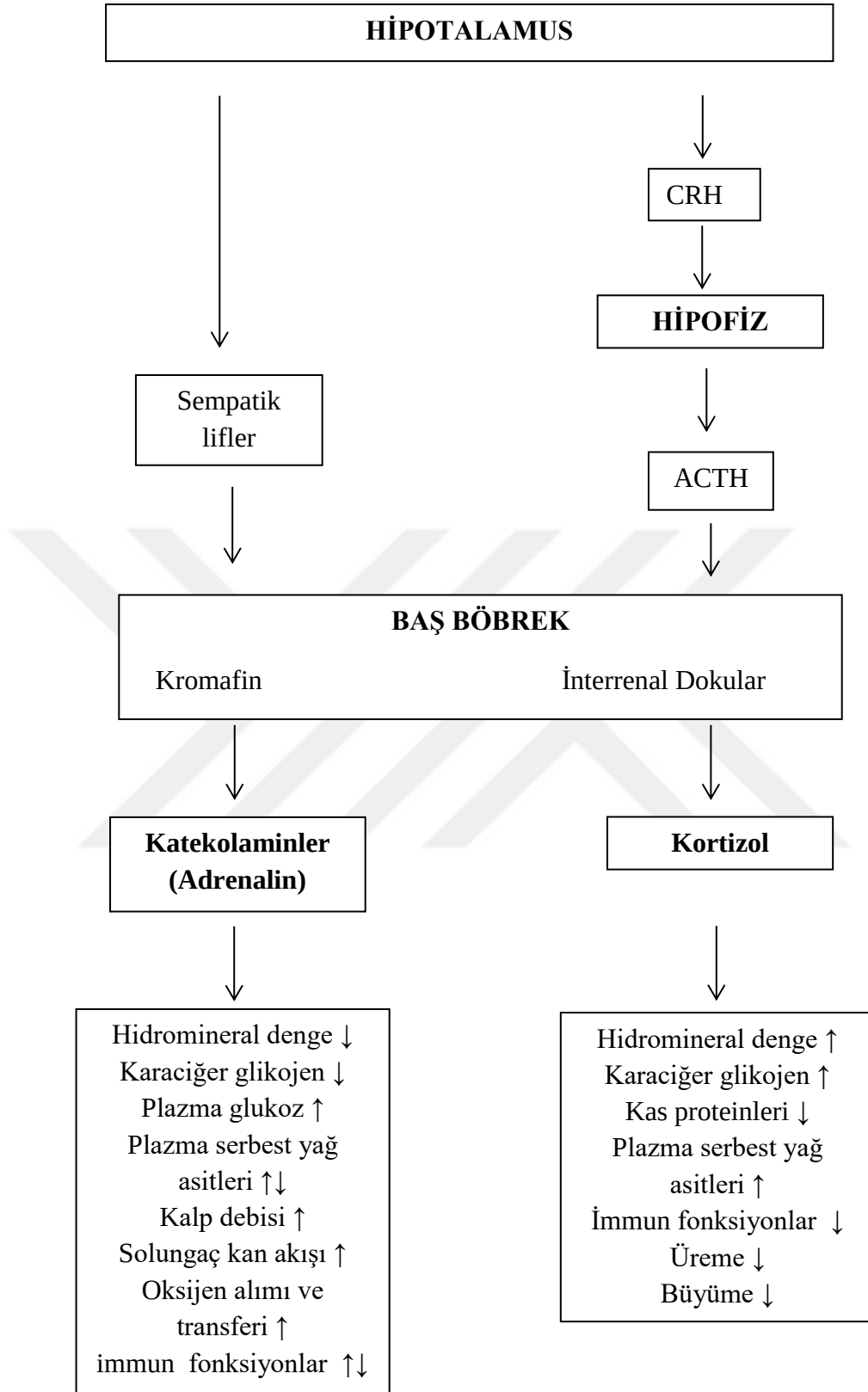
Balıklar bir stres etkenine maruz kaldıklarında fizyolojik stres tepkisi, merkezi sinir sistemi tarafından gerçek ya da hissedilen tehdidin tanımlanması ile başlatılır (Barton, 2002). Stres tepkisi, stres etkeniyle başa çıkmaya çalışan doku ve organ fonksiyonlarında gerçekleşen değişikliklerle ortaya çıkar. Bu değişimler bireyler arasında şiddet bakımından farklılık gösterir ancak etki şekli genel olarak benzerdir (Schreck ve ark., 2001). Balıklarda stres tepkisi birincil, ikincil ve üçüncül olmak üzere 3 grupta incelenebilir (Iwama, 1998).

2.1.1.1. Birincil Tepki

Birincil tepki iki nöroendokrin ekseninin aktivasyonunu kapsar. Hipotalamus-sempatik-kromafin hücre eksen, kromafin hücrelerden katekolamin salgılamakla görevlidir (Galhardo ve Oliveira, 2009). Katekolaminlerin, özellikle adrenalinin, en önemli etkisi stres altında, glikojenolizin uyarılmasını gerçekleştirerek dokularda depolanan glikojenin glukozla çevrilmesidir (Barton ve ark., 2002).

İkinci eksen olan hipotalamik-hipofiz-interrenal doku (HPI) ise interrenal dokudan kortizol salgılar (Şekil 2.2). HPI ekseninin ilk basamağı hipotalamustur. Hipotalamik preoptik nükleus (PON) peptid kortikotrofin-salgılatıcı hormonu (CRH) salgılar. CRH'nin etki mekanizması halen tam olarak anlaşılmamış da adrenokortikotropik hormonun (ACTH) salgılanmasındaki önemi bilinmektedir. Stres tepkisinin bu basamağı daha yavaş ilerler (Galhardo ve Oliveira, 2009).

Katekolaminlerin kromafin dokudan salgılanması sempatik sinir sistemi tarafından kontrol edilir ve depolanan katekolaminlerin salınımı oldukça hızlıdır. Katekolaminler balığın dolaşım ve solunum sisteminde ani değişikliklere neden olur. Bunun sonucu olarak oksijen tüketimi artış gösterir. Solunum ve dolaşım sistemlerinde gerçekleşen düzenlemelerin bir sonucu olarak tatlısu balıklarında iyon kaybı, deniz balıklarında ise iyon artışı gerçekleşir. Kortizolün ise balıkta iyon-taşımada rolü olduğu bilinmektedir. Bundan dolayı stresin sebep olduğu plazma kortizol seviyesindeki yükselme osmoregülasyonda değişimlere neden olur (Pickering, 1992). Katekolaminler ve kortizol ikincil ve üçüncül stres tepkilerini açığa çıkarırlar (Schreck ve ark., 2001).



Şekil 2.2. Balıklarda nöroendokrin stres tepkisi (CRH: Kortikotropin salgılatırıcı hormon, ACTH: Adrenokortikotropik hormon) (Sumpter, 1997)

↑ - Artma, ↓ - Azalma, ↑↓ - Artma&Azalma

2.1.1.2.İkincil Tepki

İkincil tepki stres koşuluna karşı ortaya çıkan fizyolojik ve davranışsal düzenlemelerden oluşmaktadır. İkincil tepki, enerji bakımından zengin bileşiklerin hepatik glikojen depolarıyla tüketilmesi, plazma glukoz seviyesinde artış, serbest yağ asitleri seviyelerinde değişim ve protein sentezinin engellenmesi olarak sıralanabilir. Ayrıca stres ozmotik dengeyi bozarak tatlısu balığında su artışına, tuzlusu balığında ise su kaybına neden olur. Elektrolit konsantrasyonları da etkilenebilir. Bunlara ek olarak stres bağışıklık sistemini birçok koldan etkiler. Stresin bağışıklık sistemini baskıladığı bilinmektedir (Schreck ve ark., 2001).

2.1.1.3.Üçüncül Tepki

Üçüncül tepki, canlının tamamında ya da popülasyon bazında gözlenen etkileri kapsar. Balık stres etkenine adapte olamazsa üreme ve büyüme gibi hayati faaliyetlerde kullanılması gereken enerji, stres etkiyle başa çıkmak için kullanılır ve bu durumda büyüme geriler (Iwama, 1998).

2.1.2. Hücresel Tepki

Hücresel seviyede stres tepkisi, bir protein ailesi olan ısı şoku proteinlerinin (HSP) artışı ile karakterize edilir. HSP'ler balıklar da dahil olmak üzere tüm canlılarda gözlenen yüksek oranda korunmuş hücresel proteinlerdir ve çeşitli stres durumlarına karşı hücrenin verdiği tepkide önemli bir yere sahiptir (Iwama, 1998; Rudneva, 2014). Karaciğer, böbrek ve solungaç dokuları HSP üretimine karşı oldukça hassas olup stres belirtileri bu dokular üzerinde gözlenebilir (Iwama, 1998).

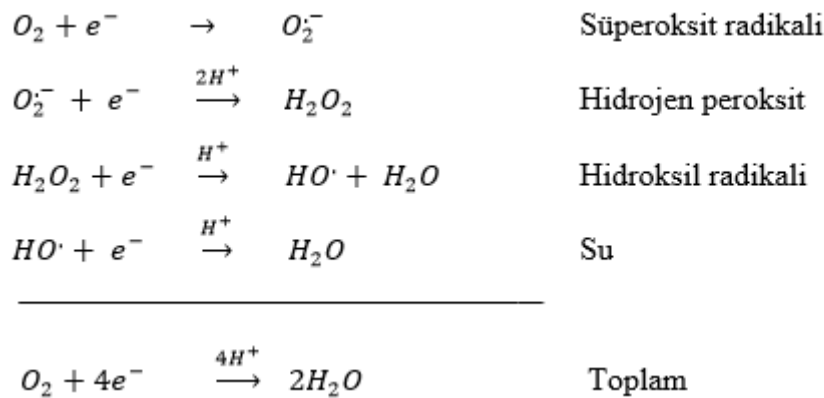
Moleküler şaperon olan HSP'ler, proteinlerin katlanmasını kolaylaştırır, protein kümeleşmelerini engeller ya da düzgün katlanmamış proteinlerin parçalanmasında görev alırlar (Kalmar ve Greensmith, 2009). Ayrıca stres sonucunda denatüre olan proteinlerin yeniden katlanmasına yardımcı olma gibi hayati görevleri vardır (Templeman ve ark., 2014).

HSP'ler molekül ağırlıklarına göre Hsp90 (85-90 kDa), Hsp70 (68-73 kDa), Hsp60, Hsp47 ve küçük HSP'ler (12-43 kDa) olarak sınıflandırılabilirler (Kayhan ve Duman, 2010). Küçük HSP'ler türlere spesifik olmaları nedeniyle tanısal amaçlı, büyük HSP'ler ise canlıların büyük çoğunluğunda bulunmaları sebebiyle stres indikatörleri olarak kullanılabilirler (Iwama ve ark., 1999).

2.1.3. Oksidatif Stres

Oksijen, moleküler formunda (O_2) aerobik canlıların yaşamsal döngüsünde oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu canlılar oksijen olmayan bir ortamda yaşayamazken, yine oksijenin varlığı önemli bir tehdit oluşturabilir (Davies, 2000). Oksijenin atomik formu (O) bir serbest radikaldir ve dış orbitalinde eşleşmemiş bir elektron bulunmaktadır. Bir ya da birden fazla eşleşmemiş elektrona sahip olan herhangi bir atom ya da moleküle serbest radikal adı verilir (Koca ve Karadeniz, 2003).

İki oksijen atomu moleküler oksijeni oluşturmak için birleştiğinde elektronları iki eşleşmemiş elektron olarak kalır. Oksijen molekülünün bi-radikal yapısı, yükseltgenme/indirgenme reaksiyonlarına yol açar. Moleküler oksijenin suya dönüşmesi için 4 elektron gereklidir (Şekil 2.3). Oksijenin tek değerlikli indirgenmesi süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikali ($HO^{\cdot}$) gibi birçok reaktif oksijen türünü (ROS) oluşturur (Martinez-Alvarez ve ark., 2005). ROS, normal hücresel metabolizmanın yan ürünleri olarak tüm aerobik organizmalar tarafından üretilir. Az miktarda üretildiğinde sinyal iletimi ve homeostazi gibi önemli görevlerde rol almaktadır. Canlı herhangi bir çevresel stres etkenine maruz kaldığında ise yüksek miktarda üretilen bu moleküller, lipid, protein ve nükleik asitler gibi hücre bileşenlerine zarar verirler. ROS üretimi ve ROS'un canlıya vereceği zararı önleyen antioksidan savunma sistemi arasındaki dengenin bozulması sonucunda ortaya çıkan biyokimyasal ve fizyolojik yan etkiler oksidatif stres olarak tanımlanmıştır (Almroth, 2008; Sevcikova ve ark., 2011; Birben ve ark., 2012; Vinagre ve ark., 2012).



Şekil 2.3. Moleküler oksijenin suya dönüşümü

Süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$): Süperoksit anyonu moleküler oksijene bir elektron eklenmesi ile oluşur. Bu işlemde nikotin adenin dinukleotid fosfat [NAD(P)H] oksidaz, ksantin oksidaz ya da mitokondriyel elektron taşıma sistemi görev alır. Süperoksit anyonunun en çok üretildiği yer adenozin trifosfatın üretildiği hücre bileşeni olan mitokondridir. Normalde elektronlar oksijenin suya indirgenmesi için mitokondriyel elektron taşıma zinciri ile taşınır ancak elektronların %1-3'ü sistemden sızarak süperoksit oluşturur. Süperoksit, süperoksit dismutaz vasıtasıyla hidrojen peroksit'e dönüştürülür (Birben ve ark., 2012).

Hidrojen peroksit (H_2O_2): Hidrojen peroksit yüksüz olduğundan dolayı biyolojik membranlardan kolaylıkla geçebilir. H_2O_2 hücrede yalnızca kendi senteziyle sınırlı olmayıp diğer reaksiyonlara da girebildiği için çok önemli hasarlar verebilir. H_2O_2 'ye maruz kalan bir hücrenin bileşenleri kolaylıkla hasar görebilir (Lesser, 2006).

Hidroksil radikali ($HO\cdot$): $HO\cdot$ en reaktif oksijen radikalıdır. Biyolojik moleküllerde önemli hasarlar yaratır. Ayrıca serbest radikal zincir reaksiyonlarını başlatır, membran lipidlerini oksitler ve protein ve nükleik asitleri denatüre eder (Lesser, 2006).

2.1.4. Serbest Radikallerin Organizmaya Etkileri

ROS'lar protein, lipid ve DNA'nın yapısını değiştirebilir. ROS'ların proteinlere saldırımları sonucunda, peptid bağının kırılması, amino asit kalıntılarındaki değişimler, peptidlerin lipidler ve karbonhidrat oksidasyon ürünleri ile reaksiyonları, sülfidril gruplarının oksidasyonu ve enzimlerin inaktive olması ortaya çıkar (Lesser, 2006; Lushchak ve Bagnyukova, 2006; Keleştemur, 2009). Oksidatif olarak hasar görmüş proteinler, membran ve birçok hücre fonksiyona zarar verebilecek yüksek derecede reaktif gruplar içerebilir (Lobo ve ark., 2010).

Lipidler arasında, ROS tarafından gerçekleştirilen oksidatif modifikasyonlara karşı özellikle çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) oldukça hassastır (Lushchak ve Bagnyukova, 2006). Çoklu doymamış yağ asitlerinin biyolojik sistemlerde serbest radikaller tarafından oksitlenmesi lipid peroksidasyonu olarak tanımlanır. Membran ya da çoklu doymamış yağ asidindeki peroksidasyon dizisi, bir metilen gruptan bir hidrojen atomunun, yeterli reaktiviteye sahip herhangi bir tür tarafından ayrılması ile başlatılır (Gutteridge, 1995). Yağ asitinin moleküler yapısı yeniden düzenlenerek konjuge dien yapısı oluşur. Moleküler oksijen ya da hidroksil radikalının saldırısı sonucunda lipid

peroksil radikali ($\text{LOO}\cdot$) oluşur. Bu yüksek reaktiviteye sahip molekül, diğer bir yağ asidine saldırarak lipid hidroperoksidi (LOOH) oluşturur. Lipid hidroperoksit kolaylıkla lipid alkoksil radikalleri ($\text{LO}\cdot$), aldehidler (malonildialdehit gibi), alkanlar, lipid epoksitler ve alkollerini içeren çeşitli reaktif türlere dönüşebilirler (Davies, 2000; Almroth, 2008; Lobo ve ark., 2010). Bu bileşiklerin çoğu toksik ve mutajeniktir (Lushchak ve Bagnyukova, 2006). Yoğun lipid peroksidasyonu sonucunda membran akışkanlığında kayıp, membran potansiyelinde azalma, hidrojen ve diğer iyonların geçirgenliğinde artışa yol açar ve bu durum hücre ve organel içeriğinin salınmasına sebep olur (Gutteridge, 1995).

ROS üretimi DNA'da sayısız lezyon oluşturarak delesyon, mutasyon ve diğer ölümcül genetik etkilere sebep olur. H_2O_2 ya da O_2 – kendi başlarına normal fizyolojik koşullar altında zincir kırılmalarına neden olamaz. Canlıda bu moleküllerin toksisiteleri bir geçiş metalinin varlığında gerçekleşen Fenton reaksiyonlarının sonucunda ortaya çıkar. Prokaryotik ve ökaryotik hücreler DNA tamir enzimlerine sahiptirler. Hücrenin ölüp ölmeyeceği DNA'nın aldığı hasar ve tamir arasındaki dengeye bağlıdır (Lesser, 2006).

2.1.4.1. Antioksidanlar

Antioksidanlar, oksidasyonu engelleyen ya da geciktiren bileşiklerdir (Embuscado, 2015). Prooksidanlar ise lipid, protein ve nükleik asitlere zarar veren toksik maddeler olarak tanımlanır (Prior ve Cao, 2001). Antioksidanlar, oksidasyon işleminin farklı aşamalarında rol oynar ve bazılarının birden fazla etki mekanizması mevcuttur (Bragadottir, 2001). Buna göre antioksidanlar:

- Oksijeni tamamen uzaklaştırır ya da lokal olarak oksijen konsantrasyonunu azaltır.
- Katalitik metal iyonlarını ortadan kaldırır.
- Hidroksil, alkoksil ve peroksil türleri gibi zincirleme reaksiyon başlatan serbest radikalleri temizler.
- Singlet oksijeni süpürürler.
- Süperoksit ve hidrojen peroksit gibi önemli reaktif oksijen türlerini ortadan kaldırır.

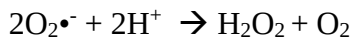
Bu mekanizma ile işleyen antioksidanlar, enzim olmaları dolayısıyla (katalaz, süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz) diğerlerinin aksine reaksiyonda tüketilmezler (Gutteridge, 1995; Bragadottir, 2001).

2.1.4.2. Antioksidan Savunma Sistemi

Reaktif oksijen türlerinin olumsuz etkilerini azaltmak için balıklar da diğer omurgalılar gibi antioksidan savunma sistemine sahiptirler. Gutteridge ve Halliwell (1994) antioksidanları birincil, ikincil ve üçüncül antioksidanlar olmak üzere 3 kategoriye ayırmışlardır. Birincil antioksidanlar oksidan üretimini önler, ikincil antioksidanlar ROS'ları temizler, üçüncül antioksidanlar ise oksitlenmiş molekülleri besin yoluyla ya da ardışık antioksidanlar yardımıyla onarır. Antioksidanlar ayrıca enzimatik ve non-enzimatik antioksidanlar olarak da sınıflandırılabilir (Vinodhini ve Narayanan, 2009; Mehta ve Gowder, 2015'ten alıntı) (Şekil 2.4).

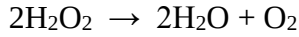
Enzimatik antioksidanlar birincil ve ikincil enzimatik savunmalar olarak ikiye ayrılır. Birincil savunma serbest radikallerin oluşumu önleyen ya da nötralize eden üç önemli enzimden oluşur. Bu enzimler, süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) enzimleridir (Sorg, 2004; Vinodhini ve Narayanan, 2009; Mehta ve Gowder, 2015). SOD, CAT ve GPx, kısmen indirgenmiş oksijen türlerinin uzaklaştırılması vasıtasıyla, organizmayı oksidatif hasara karşı korumakla görevlidir (Di Giulio ve ark., 1989). Bu enzimlerin ortak çalışması, süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$) ve hidrojen peroksitin (H_2O_2) hücre içi seviyelerini düşürür. Bu durum, bahsi geçen radikaller arasında gerçekleşen bir kimyasal reaksiyon sonucu oluşan, oldukça reaktif ve zararlı bir radikal olan hidroksilin ($HO^{\cdot}$) üretim hızını da düşük tutar (Kolaylı ve Keha, 1999). SOD, CAT ve GPx enzimlerinin gen transkripsiyonu, kofaktör ve kosubstratlar eşliğinde çeşitli seviyelerde oksidatif stres tarafından indüklenir. Bu genlerin mesajcı RNA seviyeleri ROS varlığının belirteci olarak kullanılabilir (Lorentzen, 2013).

Süperoksit Dismutaz (SOD) Enzimi: Süperoksit dismutaz enzimi, süperoksit anyonunun ($O_2^{\cdot-}$) hidrojen peroksit (H_2O_2) ve moleküler oksijene (O_2) dönüşümünü katalizleyen bir metaloenzimdir (Bragadottir, 2001).



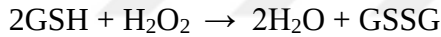
SOD enzimlerinin bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn) ya da demir (Fe) gibi metal iyon kofaktörleri içeren formları bulunmaktadır Mn-SOD mitokondride bulunur ve oksidatif stresle indüklenir. CuZn-SOD sitozolde bulunurken Fe-SOD hücre dışında bulunmaktadır (Lorentzen, 2013; Mehta ve Gowder, 2015).

Katalaz (CAT) Enzimi: Katalaz redoks reaksiyonunu teşvik eden en etkili enzim olup hidrojen peroksiti oksijen ve suya parçalamaktadır (Bragadottir, 2001):



Katalaz özellikle karaciğer dokusunda bol miktarda bulunmaktadır. Peroksizomlarda hidrojen peroksit üretimi lipid metabolizması nedeniyle oldukça yüksektir ancak bu enzimin yüksek aktivitesi ROS'u hızlı bir şekilde süpürür ve ROS konsantrasyonunu zararlı seviyelerin altında tutar (Lorentzen, 2013).

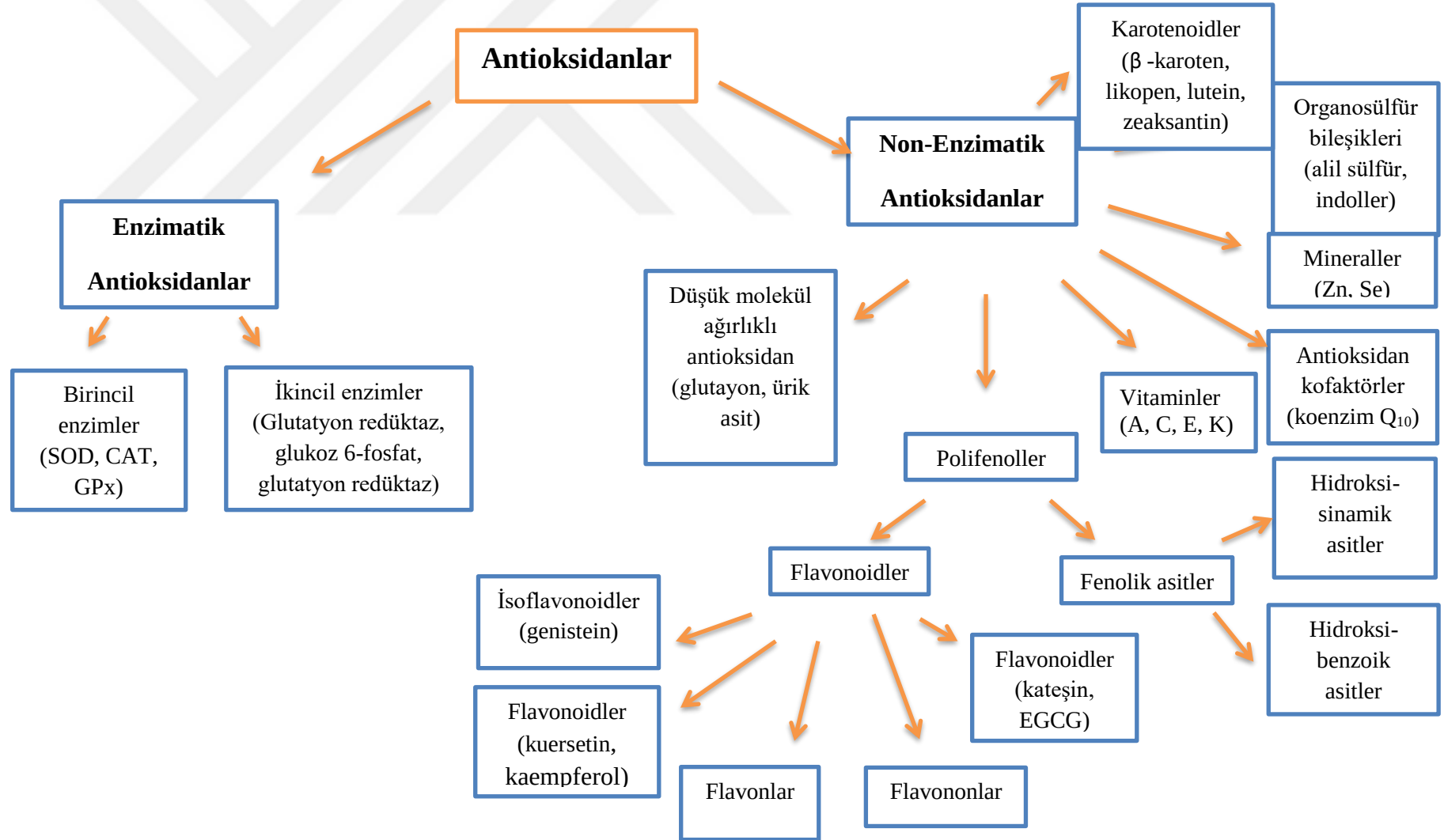
Glutasyon Peroksidaz (GPx) Enzimi: Çizgili kas hücrelerinde sitozol ve mitokondride bulunan glutasyon peroksidaz (GPx) selenyum içeren bir enzim olup hidrojen peroksidi suya çevirirken, glutasyonun indirgenmiş formunu (GSH), oksitlenmiş hale (GSSG) dönüştürmektedir (Bragadottir, 2001; Koca ve Karadeniz, 2003).



Enzimatik olmayan savunma sistemi elemanları askorbik asit (C vitamini) ve tokoferoller (E vitamini bileşenleri), glutasyon, karotenler (α -karoten, β -karoten, beta-kriptoksantin) ve ubikinoldür (Vinodhini ve Narayanan, 2009).

Balıklarda birçok koşul antioksidan savunma tepkisini oluşturabilir. Balığın yaşı, filogenetik pozisyonu ve yem alma davranışı gibi balığa ait faktörler ile tüketilen yemin besin içeriği, günlük ve mevsimsel su sıcaklığı değişimleri, çözünmüş oksijen, sudaki toksinler, patojen mikroorganizmalar gibi çevresel faktörler antioksidan savunmayı güçlendirebilir ya da zayıflatabilir (Trenzado ve ark., 2006).

Son yıllarda elde edilen veriler, antioksidan enzim aktivitelerinin bazı akuatik organizmalarda olası biyolojik işaretçiler (biomarker) olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Bu biyolojik işaretçiler çeşitli çevresel faktörlere karşı balığın refah durumunu yansıtabilir (Lou ve ark., 2011). Enzim aktivitesinin miktarı balığın türü, yaşı, beslenmesi, çevresel etkenler ve kas türüne göre değişiklik göstermektedir (Martinez-Alvarez ve ark., 2005).



Şekil 2.4. Antioksidanların sınıflandırılması (SOD: Süperoksit dismutaz, CAT: Katalaz, GPx: Glutasyon peroksidaz, EGCG: Epigallokateşin gallat) (Mehta ve Gowder, 2015)

2.2. Balık Yetiştiriciliğinde Stres

Balıklar doğadan daha çok yetiştiricilik ortamında strese maruz kalırlar (Schreck ve ark, 2001). Entansif su ürünleri yetiştiriciliğinde, akuatik ortamın barındırdığı stres faktörlerine su kimyasındaki değişiklikler, yetiştiricilikte uygulanan prosedürler ve yüksek stok yoğunluğu gibi yeni etmenler eklenmektedir. Entansif yetiştiricilik, balığın strese girmesini engellemek için ortam koşulları ve balığın fizyolojik ihtiyaçlarının çok iyi belirlendiği detaylı bir stres yönetimi gerektirir. Başarılı bir stres yönetiminin sürdürüldüğü yetiştiricilik tesislerinde akut ve ölümle sonuçlanabilen stres oldukça nadir görülmekle birlikte kronik stres, balığın sağlığı ve fizyolojik durumu üzerinde daha kötü sonuçlar ortaya koymasından dolayı yetiştiricilik bakımından oldukça önemlidir (Wedemeyer, 1997).

Yetiştiricilikte stresin balık üzerindeki etkileri özellikle balığın yaşı ile ilgilidir. Erken yaşam döneminde balıklar daha hassas olurken, balık büyüdükçe stresin etkileri azalır. Ancak stres etkenlerinin büyüme, üreme, bağışıklık sistemi ve et kalitesi üzerinde önemli etkileri mevcuttur (Gabriel ve Akinrotimi, 2011) (Çizelge 2.1, 2.2).

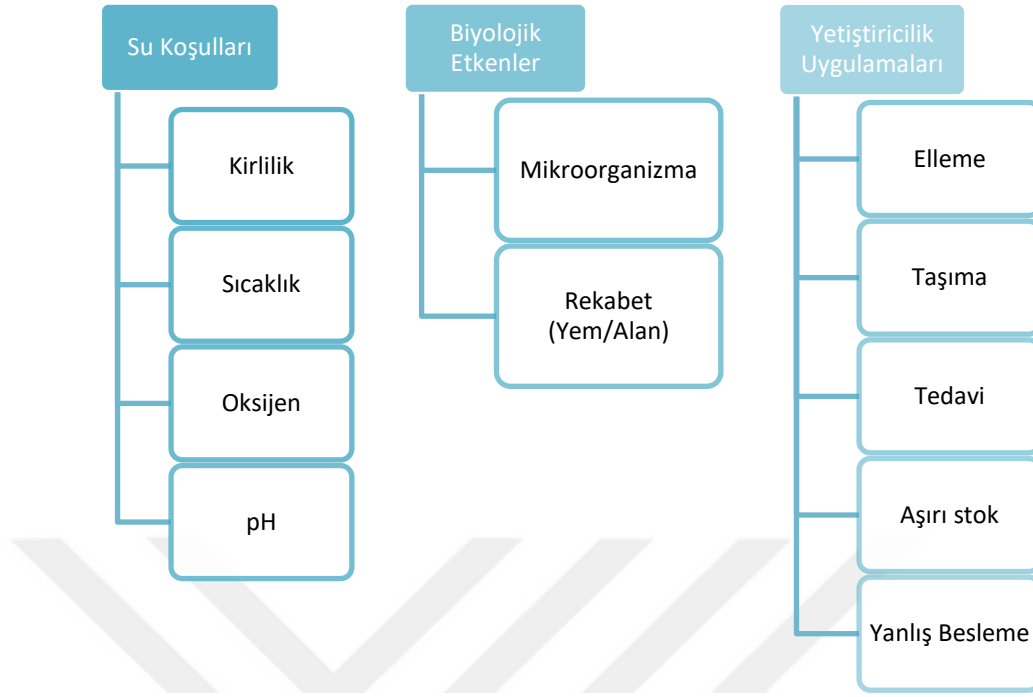
Çizelge 2.1. Stresin kültür balıklarında dönemsel etkileri

Dönem	Stres etkisi
Fry	Yıkıcı, yüksek ölüm oranı
Fingerling	Tehlikeli, yüksek ölüm oranı
Jüvenil	Orta ölüm oranı, düşük büyüme oranı
Yetişkin	Jüvenile kıyasla daha az etki, düşük büyüme oranı
Anaç	Üreme aktivitelerinde olumsuzluk

Balık yetiştiriciliğinde yaklaşmakta olan bir problemin henüz başlangıç aşamasında tespit edilmesinde bazı görsel işaretler yardımcı olabilir. Örneğin havuzlar üzerindeki kuş yoğunluğu balıkların yüzeye yakın yüzdüğünü ve bu da oksijen çözünürlüğünün azaldığını gösterebilir. Balığın mukus üretimindeki artış ve genişlemiş solungaç kapakları solungaç enfeksiyonu olduğuna işaret edebilir. Ayrıca yem almayı bırakma ve uyuşuk ya da düzensiz yüzme de balığın stresli olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte deri renginde solgunluk da bazı balık türlerinde stres göstergesi olarak bildirilmiştir (Conte, 2004). Kültür ortamında karşılaşılan akut ya da kronik stres etkenleri Şekil 2.5'te görülmektedir (Gabriel ve Akinrotimi, 2011).

Çizelge 2.2. Balıklarda stres belirtileri (Pasnik ve ark., 2010)

Kategori	Belirtiler
Davranış	Aktivite seviyesi (aşırı aktivite ya da uyuşukluk) Tankın dibinde ya da üstünde toplanma Vücuttaki yaraları korumaya yönelik vücut pozisyonları Anormal yüzmeye Tanktan kaçmaya çalışma Tanka sürtünme Solungaçların hareketinde artış
Vücut kondisyonu	Ağırlıkta azalma, vücut şeklinde değişme Pulların dökülmesi, mukus salgısı Yüzgeçlerde aşınma Deri ya da gözlerde renk değişimi
Büyüme ve beslenme	Yem alımında azalma Büyüme oranında azalma Fry ve fingerlinglerde morfolojik değişim
Hasar	Deri, pul ve yüzgeçlerde yaralanma Deride ülser Yaraların yavaş iyileşmesi
Üreme	Üreme davranışı yokluğu Eşleşme ve üreme için gereken fiziksel gelişimde değişiklikler Azalan ya da tamamen kaybolan döl üretimi
Hastalık	Hastalık görülme sıklığında artış Birincil balık patojenlerine karşı artan duyarlılık
Ölüm	Gözle görülür bir sebep olmadan akut ölüm Kronik ölümler



Şekil 2.5. Entansif yeşitiricilikte karşılaşılan stres etkenleri (Wedemeyer, 1997; Gabriel ve Akinrotimi, 2011)

2.2.1. Su Koşulları

Sıcaklık: Balıkların fizyolojik sistemleri, çeşitli biyolojik, kimyasal ve fiziksel faktörlerle strese girebilir ve bu etkenlerin en önemlisi sıcaklıktır (Lowe ve Davison, 2005). Balıklar poikiloterm canlılar olup bazıları 0.5°C'den daha az değişiklikleri bile algılayabilirler. Balıkların solungaçları etkin ısı dönüştürücüler olarak çalışır ancak ısı transferinin büyük çoğunluğu vücut duvarı üzerinden ısı iletimi ile gerçekleştirilir. Su sıcaklığı değiştiğinde ısı dengeleme genellikle hızlanır. Balıklar, -2.5°C ile 44°C arasında değişiklik gösteren habitatlarda yaşayabilirler ancak hiçbir tür bu geniş aralığın tamamında hayatta kalmaz. Farklı türler farklı sıcaklık aralıklarında yaşamalarına rağmen metabolik hızları benzer olabilir. Ilıman bölgelerde yaşayan tatlısu kemikli balıkları genellikle 0-30°C'lik sıcaklık aralığında yaşarlar (Elliott, 1981).

Her sucul canlı türü kendi karakteristik üst ve alt ölümcül sıcaklık limitlerine ve büyüme ve sağlık için optimum sıcaklık aralıklarına sahiptir. Yetiştiriciliği yapılan türler geniş bir sıcaklık aralığında yaşar ancak maksimum büyüme oldukça dar bir sıcaklık aralığında gerçekleşir. Yumurta ve larvaların yaşama oranı ve büyümeleri için geçerli

olan kritik sıcaklık limitleri jüvenil ve yetişkin bireylere göre daha dar bir aralıkta bulunmaktadır (Boyd ve Tucker, 1998).

Optimum sıcaklık aralığı en iyi yem alımının gerçekleştiği sıcaklık aralığı olarak tanımlanır. Düşük ve yüksek kritik sıcaklık aralıklarında balıklar adapte olsa da metabolizmada önemli rahatsızlıklar gözlenebilir (Boyd ve Tucker, 1998).

Termal stres, bir balığın normal fonksiyonlarında önemli bir rahatsızlık ve sonuç olarak ölümle sonuçlanan herhangi bir sıcaklık değişikliği olarak tanımlanır. Sıcaklık en yüksek kritik aralığa yükseldiğinde, balığın stres tepkisi üç aşamada gözlenir. Balıkların verdikleri birincil tepkiler, yem alımında azalma, tankın kenarlarına çarpma ile sonuçlanan ani yüzme atakları, yuvarlanma ve fırlama, dışkılama ve hızlı solunum hareketleridir. İkinci aşamada, balık zayıf yüzme hareketleri ile canlılığını kaybeder, yan ya da sırt üstü yüzer, renk değiştirebilir ve solunum hareketleri hızlanır. Üçüncü aşamada ise solungaç kapağı, pektoral yüzgeç ve gözlerde hareket azalır ve bu süreç balığın ölümüyle sonuçlanır (Elliott, 1981).

Ortam sıcaklığının artması veya azalması ile oksidatif stresin ortaya çıkmasında farklı mekanizmalar görev yapar. Sıcaklığın artması, bilinen termodinamik ilkelere uygun olarak tüm metabolik işlemleri uyarır. Örneğin, sıcaklığın artmasıyla birlikte oksijen tüketimi artar ve bununla birlikte ROS üretiminde artış meydana gelerek organizmada oksidatif strese sebep olur. Bazı durumlarda ortam sıcaklığındaki azalma da balıklarda oksidatif strese neden olur. Ancak buna sebep olan mekanizmalar hakkında ayrıntılı bilgi henüz bulunmamaktadır (Lushchak, 2011).

Oksijen: Doğal ya da kültür ortamında anoksik koşullar çoğunlukla bitki, alg ya da diatom üremesindeki artışın sonucu olarak ortaya çıkar. Ancak hipoksi, balıklar iyi havalandırılmamış konteyner ile transfer edildiğinde de ortaya çıkabilir (Ashley, 2007). Bunun yanı sıra sucul organizmalar mevsimsel ve günlük olarak değişen oksijen çözünürlüğüne maruz kalabilir. Sığ tatlısularda oksijen seviyesi gece düşük seviyelere ulaşırken, gündüz aşırı doygunluk gerçekleşebilir. Balıklarda oldukça geniş bir oksijen tolerans aralığı vardır. Soğuk su türleri yüksek oksijen seviyesine ihtiyaç duyarken Cyprinidae familyası anoksiden hiperoksiye geniş bir aralıkta hayatta kalır (Lushchak ve Bagnyukova, 2006).

Dokulara ulaşan oksijen miktarındaki azalma organlarda nekrotik ya da apoptotik lezyonların oluşmasına neden olabilir (Ashley, 2007). Ayrıca solunum hızındaki artış, düşük çözünmüş oksijen seviyelerinde balıklarda en çok gözlenen aktivite değişikliğidir. Yem alımı, oksijen seviyesinin düşmesiyle azalmaya başlayacaktır çünkü yem arama,

sindirim ve asimilasyon yoğun enerji gerektiren işlemlerdir ve bu işlemleri gerçekleştirmek için gerekli oksijen hipoksik koşullarda karşılanamamaktadır (Kramer, 1987).

Kirleticiler: Balıklar kasten ya da kazara, doğal ya da insan kaynaklı çok çeşitli kimyasal ve partikül kirleticilere maruz kalmaktadır. Kimyasal ve ilaç üretimi, tarımda kullanılan kimyasallar, evsel atıklar, polimer ve petrokimya sanayi atıkları, madencilik atıkları ve yangın gibi doğal afetlerin sonucu olarak ortaya çıkan maddeler bu kirleticilere örnek olarak verilebilir. Kirletici maddelerin neredeyse tamamı belli bir konsantrasyonda canlıda stres tepkisi oluşturabilir (Harper ve Wolf, 2009; Stoliar ve Lushchak, 2012)

En çok çalışılan kirleticilerden biri, biyolojik atık birikimi, yetersiz havalandırma ya da uygun olmayan tank koşulları sebebiyle yükselen amonyaktır. Amonyak tüm omurgalı hayvanlar için zehirlidir. Akut amonyak toksisitesi balıklarda ölüme neden olabilir ayrıca plazma kortizolünde artış ve davranışsal değişiklikler amonyağın daha hafif etkileri olarak bildirilmiştir. Etkileri pH ya da sıcaklığın artmasıyla yoğunlaşabilir (Harper ve Wolf, 2009).

2.2.2. Biyolojik Stres Etkenleri

Mikroorganizmalar: Hastalık, balık ve akuatik mikroorganizmalar arasındaki sürekli etkileşimin kaçınılmaz bir sonucu değildir. Balık ve mikrobiyal patojenler arasındaki etkileşimler normal koşullar altında zararsız olurken, entansif yetiştiricilik sistemlerinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenlerin strese soktuğu kültür balığında çoğunlukla hastalıkla sonuçlanır (Wedemeyer, 1997).

2.2.3. Yetiştiricilik Uygulamaları

Elleme: Balığın sudan çıkarılması, maksimum fizyolojik tepki oluşturur ve ancak çok gerekli olduğunda uygulanmalıdır. Elleme sonucu ortaya çıkan stres vücudu mikroorganizmalara karşı koruyan bir bariyer görevi gören ve osmoregülasyon ve hareket etmede önemli görevi olan mukus tabakanın etkinliğini azaltır (Ashley, 2007). Stres normal elektrolit (sodyum, potasyum, klorür) dengesini etkileyerek osmoregülasyon dengesini bozar. Pullar ve deri en çok elleme sonucu oluşan stres ile zarar görür. Deride oluşan herhangi bir hasar ya da kopan bir pul patojenik organizmaların vücuda girmesini kolaylaştırır (Gabriel ve Akinrotimi, 2011).

Mukus tabakasının zarar görmesini engellemek için çalışanlar ıslak ve yumuşak eldivenler giymelidir. Aşırı aktiviteye neden olabilecek ani hareketlerden kaçınılmalıdır. Sıcaklığın elleme işleminde önemli bir etkisi vardır. Bu işlem yapılırken günün soğuk saatleri tercih edilmelidir. Aksi taktirde yüksek oranda ölüm gerçekleşir (Conte, 2004).

Taşıma: Balık taşıma ve dağıtım işlemleri yetiştiricilik ve balıkçılık uygulamalarının ayrılmaz bir parçasıdır (Wedemeyer, 1997). Balıklar bir tesisten diğerine ya da bir su kütesini balıklandırma için bir kuluçkahaneden nehir, göl ya da denize aktarılır (Tacchi ve ark., 2015). Transfer; yakalama, yükleme, transfer, boşaltma ve stoklama gibi büyük stres yaratacak seri işlemlerden oluşmaktadır ve bunun sonucunda balığın uzun süreli bir dinlenme dönemine ihtiyacı vardır (Ashley, 2007).

Taşıma sırasında oluşabilecek stresi azaltmak için balıklar sabah erken ya da akşam geç saatlerde taşınmalıdır. Uzun mesafede balık taşınırken soğutmalı araçlar kullanılarak ölüm oranı en aza indirilebilir. Tatlısu balık yetiştiriciliği işletmelerinde en çok kullanılan yöntemlerden biri suya tuz eklemektir. Tuzun taşıma sırasında osmoregülasyon dengesinde oluşabilecek rahatsızlıkları gidermede yardımcı olabileceği, ayrıca tuzun mukozal bağışıklık ve deri mikrobiyotası üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Tacchi ve ark., 2015). Transfer işleminden 24 saat önce yemleme kesilerek taşıma suyunda dışkı birikimi en aza indirilmelidir. Balıkların elleme ve taşıma işlemlerinin yarattığı strese karşı verdiği birincil fizyolojik tepki 6 saat ile 1 gün arasında normale dönmektedir. Ancak stres etkenleri sürekliyse fizyolojik toparlanma 10 gün ile 2 hafta arasında sürebilir (Conte, 2004).

Yanlış beslenme: Yanlış beslenme iki kategoriye ayrılmaktadır. Bunlardan birincisi, besin maddelerinin eksikliği ya da aşırı fazlalığı, ikincisi ise besin maddelerinin dengesizliğidir. Doğadaki balıklar kendi türlerine uygun besinler bulamayabilir, mevcut besinler için rekabet edebilir ya da hastalık sebebiyle iştahsız olabilir. Kültür balıkları ise kendi türlerine uygun olmayan yemle besleniyor olabilir ya da yemin muhafaza koşulları nedeniyle besin maddelerinde bozulma olabilir (Harper ve Wolf, 2009).

Beslenmenin balığın stres toleransı ve sağlığı üzerinde büyük bir etkisi vardır. Bundan dolayı balıklar ihtiyaç duydukları tüm besin maddelerini yeterli miktarda içeren yemlerle beslenmelidirler. Dengesiz beslenen balıklarda davranış değişiklikleri ve hastalık ortaya çıkabilir (Oliva-Teles, 2012).

Zayıf besleme sonucunda oluşan stres özellikle larvalarda çevresel koşullardaki değişimlere karşı adaptasyon gösterme kabiliyetinin gelişimini engelleyen anormalliklere

sebeptir. Bunlar yüzme kesesinde şişkinlikle birlikte yüzme kabiliyetini ve hayatta kalmayı etkilemektedir (Conte, 2004).

Aşırı stoklama: Yetiştiricilikte stoklama yoğunluğu tür ve kullanılan teknolojiye göre değişiklik gösterir. Aşırı stoklama kötü su koşulları, organik atıklar ve tür içinde agresif davranışlar ile sonuçlanır ve azalan yem dönüşüm oranı, düşük büyüme oranı ve sonuç olarak ölümle sonuçlanır (Wedemeyer, 1997; Harper ve Wolf, 2009). Ayrıca büyüme oranı ya da diğer performans faktörlerinde gözlenen gerileme sonucunda kan kimyasında da değişiklikler gerçekleşir (Wedemeyer, 1997). Bazı türler yüksek stoklama yoğunluklarına adapte olabilirken bazı türlerde kortizol seviyesinde uzun vadeli yükselme gözlemlendiği bildirilmiştir (Ashley, 2007). Uygun stok yoğunluğu balıkların yem, oksijen ve hayatta kalma için rekabet etmelerini önler (Gabriel ve Akinrotimi, 2011).

Stres davranış değişikliklerine yol açabilir. Davranıştaki değişimler balığın bulunduğu ortamı ne şekilde algıladığını ve ona nasıl tepki verdiğini bize yansıtabilir. Bundan dolayı balığın türe özgü davranışlarını bilmek stres yönetiminde oldukça önemli bir noktadır. Stres etkenleri; yüzme performansı, termoregülasyon, yön belirleme, kaçınma, kimyasal algılama, yem alımı ve predatörden kaçınma gibi davranışları etkileyebilir (Conte, 2004).

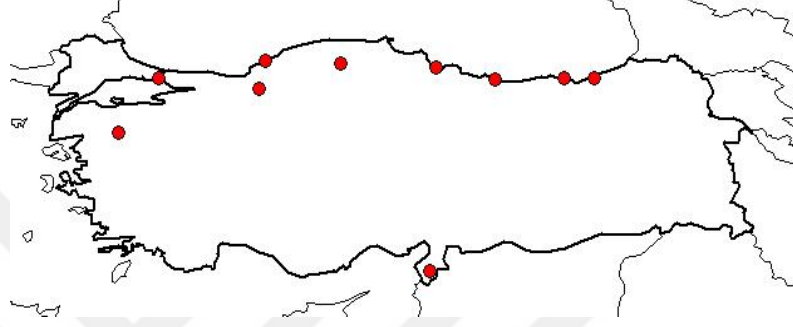
2.2.4. Bitkisel Antioksidanlar

Balık yetiştiriciliğinin gösterdiği hızlı büyüme, stres etkenleri ve hastalık riskinde artışı ve dolayısıyla kısmi ya da toplu ölümleri beraberinde getirmiştir. Aşırı stok yoğunluğu, sürekli elle müdahale, ani sıcaklık değişiklikleri, kötü su kalitesi ya da kötü besleme balıklarda strese neden olmakta ya da bağışıklık sistemini zayıflatmaktadır ve bu da canlıyı enfeksiyona açık hale getirmektedir. Günümüze kadar hastalık salgınlarının önlenmesi ve tedavisinde büyük miktarda antibiyotik kullanılmıştır. Ancak kimyasal ilaç kullanımının çevre ve insan sağlığı üzerinde negatif birçok etkisi bulunmaktadır. Bu sebeple kimyasal uygulamalara alternatif olarak bitkisel ürün kullanımı ya da probiyotikler giderek önem kazanmaktadır (Reverter ve ark., 2014).

Bitkisel ekstraktlar; strese karşı, büyümeyi teşvik edici, iştah açıcı, bağışıklık sistemini güçlendirici, üremeyi teşvik edici ve antipatojen olarak balık yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Ayrıca antibiyotiklere alternatif olarak kullanılmaktadır. Bu doğal bağışıklık güçlendiriciler sentetik olanlara göre doğada daha fazla ayrıştırılabilir ve ilaç direnci oluşturmamaktadırlar (Zhou ve ark., 2009; Guardiola ve ark., 2017).

2.3. Karayemiş

Karayemiş bitkisinin Türkiye’deki doğal yayılım alanı çoğunlukla Karadeniz kıyıları olarak görülmektedir (şekil 2.6). Ülkemizde birçok yöresel isim alan karayemişin en çok kullanılan diğer adı ‘‘taflan’’dır. Bununla birlikte ‘‘tahnal’’, ‘‘gürcü kirazı’’, ‘‘karayemiş’’, ‘‘laz kirazı’’, ‘‘laz zm’’, ‘‘laz yemişi’’, ‘‘tanal’’, ‘‘tkoo’’ gibi yerel isimler de mevcuttur (Dursun, 2010).



şekil 2.6. Karayemişin Türkiye’deki dağılımı (Anonim, 2015a)

2.3.1. Genel zellikleri

Karayemiş her dem yeşil bir bitki olup marttan nisan ayının ilk yarısına kadar iek açar ve temmuzdan eylle kadar meyve verir (Slşoğlu ve avşoğlu, 2010). Rosaceae familyasına ait bir bitki olan karayemişin taksonomisi izelge 2.4’te görülmektedir.

Çizelge 2.3. Karayemişin taksonomisi (Damlacı, 2009)

şube	Magnoliophyta
Sınıf	Magnoliopsida
Altsınıf	Rosidae
Takım	Rosales
Familya	Rosaceae
Cins	<i>Laurocerasus Duhamel</i>
Tr	<i>Laurocersus officinalis</i> Roemer
Sinonimleri	<i>Prunus laurocerasus</i> (L.), <i>Padus Laurocerasus</i> (L.) Miller, <i>Cerasus laurocerasus</i> (L.) Lois, <i>Laurocerasus vulgaris</i> Carr

Boyu 6 m'ye kadar yükselebilen karayemiş, oblong-eliptik veya oblong-obovat Şeklinde ve 20x8 cm ebatlarında, kenarları düz veya diŐli, üstü koyu yeşil ve parlak, alt kısmı soluk yeşil yapraklara sahiptir (Damlacı, 2009) (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Karayemiş meyve ve yaprakları (Anonim, 2015b)

2.3.2. Kullanım Alanları

Türkiye’de karayemiş çoğunlukla taze meyve olarak tüketilmektedir. Bunun yanı sıra kurutulmuŐ, salamura ve iŐlenmiŐ (pekmez, re el, marmelat ve meyve suyu) olarak da tüketiciye sunulmaktadır. Gıda tüketiminin yanı sıra geçmiŐten günümüze kadar ülser, sindirim sistemi sorunları, bronŐit ve egzama őikayetlerinin tedavisinde kullanılmaktadır (Alasalvar ve ark., 2005; Akkol ve ark., 2012).

2.3.3. Antioksidan  zellikleri

Bitkilerin yenilebilir veya yenilmeyen parçalarından elde edilen ürünler, fenolik asit, flavonoid, antosiyanin, tanin, lignan ve kateşin gibi farklı tür ve konsantrasyonlarda fenolik bileşik içerirler (Liyana-Pathirana ve ark., 2006). Bu fenolik bileşikler serbest radikallerin meydana getirdiği oksidatif hasara karşı hücrelerin korunmasını sağlar (Narayanaswamy ve Balakrishnan, 2011).

Karayemiş de fenolik bileşikler bakımından oldukça zengin bir bitki olup yaprak, meyve ve çekirdekleri yüksek antioksidan kapasiteye sahiptir. Bu kısımlardan yapraklar en yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir. Ayrıca serbest radikal giderme aktivitesinin de yine yapraklarda daha yüksek olduğu bildirilmiŐ olup bunun sebebinin yapraklarda en

yüksek miktar ve kompozisyonda bulunan fenolik bileşik içeriği olduğu gösterilmiştir (Engin, 2007). (Çizelge 2.5).

Çizelge 2.4. Karayemiş yapraklarının içeriğindeki antioksidan özelliğe sahip bileşikler

Klorojenik asit	Apigenin 7-glukozit
o-Kumarik asit	Luteolin 7-glukozit
Kateşin	Kaemferol 3-glukozit
Naringenin	Quersetin 3-glukozit
2-O- β -D-glukopiranozil-2-hidroksifenil-asetik asit	Kaemferol-3-O- β -D-ksilopiranozil-(1 $\rightarrow$ 2)-O- β -D-glukopiranozit

Yapılan çalışmalar sonucunda karayemiş bitkisinin yüksek antioksidan aktivitesi bu bitkinin gıda, kozmetik ve ilaç sanayiinde doğal bir antioksidan madde olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Balık yetiştiriciliğinde akuatik ortamın getirdiği stres etkenlerine ek olarak taşıma ve aşılama gibi rutin olarak yürütülen uygulamalar da strese sebep olmaktadır. Kısıtlı bir alanda ve yüksek stok yoğunluğunda ortaya çıkan stres, hastalık ve sonuç olarak canlının ölümüne sebep olmaktadır. Bitkisel ekstraktların çeşitli stres etkenleri altında yaşama oranı, büyüme performansı ve bağışıklık sistemini geliştirdiği bilimsel çalışmalar ile kanıtlanmıştır.

3.1. Antioksidan Maddelerin Büyüme Performansı ve Yaşama Oranına Etkilerine İlişkin Literatür Özeti

Sivaram ve ark. (2004)'nın çeşitli konsantrasyonlarda (100, 200, 400, 800 mg/kg yem) yeme ilave edilen kutsal fesleğen (*Ocimum sanctum*), mor salkım (*Withania somnifera*) ve Hindistan cevizi (*Myristica fragrans*) bitkilerinin lahozda (*Epinephelus tauvina*), *Vibrio harveyi* enfeksiyonuna karşı büyüme performansı ve yaşama oranı üzerine etkilerini inceledikleri 12 hafta süren çalışmalarında, 100 ve 200 mg/kg yem kutsal fesleğen ve 100, 200 ve 400 mg/kg mor salkım ilaveli yemle beslenen gruplarda yem değerlendirme sayısının kontrol grubuna oranla yüksek olduğu, Hindistan cevizi ile beslenen gruplarda ise tüm konsantrasyonlarda sabit kaldığı bildirilmiştir. Ayrıca, 100 ve 200 mg/kg yem mor salkım ve kutsal fesleğen ilaveli yem ile beslenen grupların spesifik büyüme oranının, diğer gruplara oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma sonucunda *Vibrio harveyi*'ye maruz bırakılan gruplarda kontrol grubunda %100 ölüm meydana geldiği ancak 100 ve 200 mg/kg yem mor salkım ve kutsal fesleğen ile beslenen gruplarda yaşama oranının önemli oranda artarak, %95 olarak tespit edildiği bildirilmiştir.

Cuesta ve ark. (2005)'nin 0.1 ve 10 g/kg konsantrasyonunda yeme ilave edilen propolis ekstraktının çipurada (*Sparus aurata*) bazı immün parametreler ve büyüme üzerine etkilerini inceledikleri 6 hafta süren çalışmaları sonucunda, yeme ilave edilen propolis ekstraktının spesifik büyüme oranı üzerine önemli bir etkisi olmadığı bildirilmiştir.

Shalaby ve ark. (2006)'nın Nil tilapyasında yeme çeşitli konsantrasyonlarda (0, 10, 20, 30,40 g/kg yem) sarımsak (*Allium sativum*) ilavesinin büyüme performansı, biyokimyasal kompozisyon ve yaşama oranı üzerine etkilerini inceledikleri 90 gün süren çalışmalarında, sarımsak ilaveli yemle beslenen grupların spesifik büyüme oranının kontrol grubuna oranla önemli oranda artış gösterdiği ancak sarımsak ilavesinin yaşama oranı üzerinde bir etkisi olmadığı bildirilmiştir.

Immanuel ve ark. (2009)'nın Nil tilapyasında (*Oreochromis niloticus*) 10 g/kg yem oranında yeme ilave edilen köpekdişi ayrığı (*Cynodon dactylon*), bel meyvesi (*Aegle marmelos*), mor salkım ve zencefil (*Zingiber officinale*) ekstraktlarının büyüme ve yaşama oranı üzerine etkilerini inceledikleri 45 gün süren çalışmalarında, tüm bitkisel ekstrakt ilaveli yemle beslenen gruplarda canlı ağırlık artışının kontrol grubuna göre önemli oranda artış gösterdiği bildirilmiştir. Çalışma sonunda gruplar *Vibrio vulnificus* patojenine maruz bırakılmış ve bunun sonucunda 15. günde kontrol grubunda %100 ölüm meydana geldiği bildirilmiştir. Bununla birlikte 30. gün sonunda ölüm oranlarının, köpekdişi ayrığı, bel meyvesi, mor salkım ve zencefil ilaveli yemle beslenen gruplar için sırasıyla %66.66, %80, %73.33 ve %63.33 olarak tespit edildiği bildirilmiştir.

Nya ve Austin (2009)'in çeşitli konsantrasyonlarda (0.5, 1, 5, 10 g/kg yem) yeme ilave edilen zencefilin, *Aeromonas hydrophila* patojenine karşı gökkuşağı alabalığında hastalık direncini inceledikleri çalışmaları sonucunda zencefil ilaveli yemle beslenen grupta yaşama oranının kontrol grubuna göre önemli oranda artış gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca 0.5 g/kg dışında, zencefile beslenen gruplarda büyüme oranı kontrol grubuna oranla artış göstermiştir. Bununla birlikte yem değerlendirme sayısının, deneme gruplarının tamamında kontrol grubuna oranla önemli miktarda azalma gösterdiği bildirilmiştir.

Abdel-Tawwab (2010)'ın çeşitli konsantrasyonlarda (0, 0.125, 0.25, 0.50, 1.00, 2.00 g/kg yem) yeme ilave edilen yeşil çayın (*Camellia sinensis*) Nil tilapyasında, *Aeromonas hydrophila* enfeksiyonuna karşı direnç ve büyüme üzerine etkisini inceledikleri 12 hafta süren çalışmaları sonucunda, yalnızca 0.50 g/kg konsantrasyonunda yem değerlendirme sayısında azalma gözlemlendiği bildirilmiştir. Bununla birlikte 0.5 g/kg grubuna kadar, yeşil çay konsantrasyonunun artmasıyla birlikte spesifik büyüme oranının arttığı bildirilmiştir.

Liu ve ark. (2012)'nin önce yüksek sıcaklık stresine maruz bırakılmış, sonrasında *Aeromonas hydrophila* enjekte edilmiş olan *Megalobrama amblycephala* fingerlinglerinde, ravent (*Rheum officinale*) bitkisinden elde edilen antrakınon (antimikrobiyal etken madde) ekstraktı ve emodin (ilaç etken maddesi) ilaveli yemlerle beslenen gruplarda yaşama oranının kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Park ve Choi (2012)'nin yeme çeşitli konsantrasyonlarda (0.01, 0.05 ve 0.2 g/kg yem) ilave edilen ökseotu (*Viscum album coloratum*) ile 80 gün süreyle beslenen Nil tilapyası fingerlinglerine 80. günde *Aeromonas hydrophila* enjekte edilmesi sonucunda,

ökseotu ilaveli yemle beslenen gruplarda yaşama oranında önemli oranda artış gözlemlendiği bildirilmiştir.

Devakumar ve Chinnasamy (2015)'nin *Cissus quadrangularis* ekstraktının farklı konsantrasyonlarının (0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 g/kg yem) Asya deniz levreğinde (*Lates calcarifer*) büyüme performansı ve hastalık direnci üzerine yaptıkları 60 gün süreli çalışmalarında, spesifik büyüme oranının deneme gruplarında kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir. 60 gün sonunda *Aeromonas hydrophila* enjekte edilen balıklarda *Cissus quadrangularis* ekstraktı ilavesinin yaşama oranını kontrol grubuna oranla önemli miktarda arttırdığı bildirilmiştir.

Gabriel ve ark. (2015)'nin Nil tilapyası üzerinde 5 farklı konsantrasyonda (5, 10, 20, 40 g/kg yem) yeme ilave edilen *Aloe vera* bitkisinin *Streptococcus iniae* patojenine karşı direnç ve büyümeye etkisini inceledikleri çalışma sonucunda, 5, 10 ve 20 g/kg *Aloe vera* ilaveli yemle beslenen grupların spesifik büyüme oranlarının kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Yem dönüşüm oranının, 40 g/kg grubunda kontrol grubuna oranla daha düşük bulunduğu bildirilmiştir.

Dadras ve ark. (2016)'nin mersin morinasında (*Huso huso*) kuşburnunun (*Rosa canina*) çeşitli konsantrasyonlarda (10 ve 20 g/kg) büyüme üzerine etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, canlı ağırlık artışının deneme gruplarında kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Ancak spesifik büyüme oranı bakımından gruplar arasında fark bulunmadığı bildirilmiştir.

3.2. Antioksidan Maddelerin Enzim Aktivitelerine Etkisine İlişkin Literatür Özeti

Lygren ve ark. (2000)'nin hiperoksi stresi altındaki Atlantik somonu (*Salmo salar*) smoltlarında yeme çeşitli konsantrasyonlarda (0.04, 0.3, 1.1 g/kg yem) ilave edilen all-rac- α -tokoferil asetatın SOD, CAT ve GPx enzimleri üzerine etkilerini inceledikleri 12 hafta süren çalışmaları sonucunda, bu maddenin bu koşullar altında antioksidan enzimlere herhangi bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Tocher ve ark. (2003)'nin yeme oksitlenmiş yağ ilave edilerek strese sokulan kalkan (*Scophthalmus maximus*), halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) ve çipurada, E vitaminin antioksidan savunma mekanizması üzerine etkilerini inceledikleri çalışmaları sonucunda, SOD ve CAT aktivitelerinin oksitlenmiş yağ ilaveli yemle beslenen çipura grubunda artış gösterdiği, E vitamini ilaveli yemle beslenen grupta ise azaldığı

bildirilmiştir. Kalkanda CAT ve SOD aktivitelerinin, halibutta SOD aktivitesinin deneme grubunda azaldığı bildirilmiştir.

Wu ve ark. (2007)'nin sazan balığında (*Cyprinus carpio*) qompsell maddesinin (*Astragalus membranaceus*, *Portulaca oleracea* L, *Flavescent sophora* ve *Andrographis paniculata* bitkilerinden elde edilen ekstrakt karışımı) antioksidan etkilerini inceledikleri 60 gün süreli çalışmaları sonucunda, SOD aktivitesi bakımından gruplar arasında önemli bir fark bulunmadığı bildirilmiştir.

Küçükbay ve ark. (2009)'nın yüksek stok yoğunluğu stresi altındaki gökkuşağı alabalığında yeme farklı konsantrasyonlarda (0.15 ve 30 mg/kg) ilave edilen sodyum selenit ya da selenometioninin GPx enzim aktivitesi üzerine etkisini inceledikleri 12 hafta süren çalışmaları sonucunda, her iki selenyum türevinin de normal ve yüksek stok yoğunluğundaki balıklarda GPx aktivitesini yükselttiği bildirilmiştir.

Metwally (2009)'nin Nil tilapyasında yeme katılan sarımsağın antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisini incelediği 3 ay süreli çalışması sonucunda, SOD, CAT ve GPx enzim miktarlarının kontrol grubuna oranla artış gösterdiği bildirilmiştir.

Zheng ve ark. (2009)'nın kekik otunun (*Origanum heracleoticum*) aktif bileşenleri olan karvakrol ve timol ile Orego-Stim®'in (kekik bitkisinin ana bileşenlerini içeren ticari bir ürün) kanal yayın balığında antioksidan enzimlere etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, Orego-Stim® ile beslenen gruplarda CAT ve SOD enzim aktivitelerinde artış gözlemlendiği bildirilmiştir.

Ural (2010)'ın klorpirifos (bir pestisit) ile oksidatif stres oluşturulan aynalı sazanda (*Cyprinus carpio carpio*) yeme ilave edilen likopenin (bir karotenoid pigment) antioksidan enzim aktivitesine etkisini inceledikleri çalışması sonucunda, yalnızca klorpirifos uygulanan grupta SOD aktivitesi artış gösterirken, CAT ve GPx aktivitelerinde azalma görüldüğü tespit edilmiştir. Bununla birlikte stresli grupta likopen tüketimi SOD aktivitesini stresli gruba oranla azaltırken, CAT ve GPx aktiviteleri artış göstermiştir. Yalnız likopen uygulaması yapılan grupta antioksidan enzimlerde herhangi bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir.

Deng ve ark. (2011)'nin juvenil gökkuşağı alabalığında yeme ilave edilen propolis ekstraktının büyüme performansı ve antioksidan enzimler üzerine etkisini inceledikleri 10 hafta süreli çalışmaları sonucunda, propolis ekstraktının SOD, CAT ve GPx enzim aktivitelerini arttırdığı ve ayrıca balığın spesifik büyüme oranı üzerinde de olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir.

Yonar (2011)'in oksitetrasiklin katkılı yemle oksidatif stres oluşturulan gökkuşığı alabalıklarında propolis antioksidan enzimlere olan etkisini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada, oksitetrasiklinin SOD, CAT ve GPx miktarlarında azalmaya sebep olduğu, propolis ilaveli yem tüketen gruplarda enzim aktivitelerinin yükseldiği bildirilmiştir.

Hisar ve ark. (2012)'nin düşük su sıcaklığı (9°C) ile strese sokulan juvenil gökkuşığı alabalığında yeme ilave edilen diludin (üreme performansını artırıcı yem katkı maddesi), karaciğer enzim aktivitelerine olan etkilerini inceledikleri 10 hafta süren çalışmaları sonucunda, SOD aktivitesinin 14. güne kadar arttığı, 14. günden sonra ise azaldığı bildirilmiştir. CAT aktivitesi ise belli bir aralıkta iniş ve çıkışlar yaparak başlangıç seviyesine gerilediği bildirilmiştir.

Manju ve ark. (2012)'nin anabas balığında (*Anabas testudineus*) kurkuminin (zerdeçala sarı rengini veren pigment) antioksidan enzimler üzerine etkilerini inceledikleri 8 haftalık çalışmaları sonucunda, bu maddenin karaciğerdeki SOD ve CAT miktarının arttığı, GPx miktarının ise sabit kaldığı bildirilmiştir.

Şahin ve ark. (2014)'nin yoğun stoklama ile strese sokulan gökkuşığı alabalığında yeme katılan likopenin antioksidan enzimler üzerine etkisinin incelendiği çalışmaları sonucunda, likopen katkısının stres altında azalan SOD, CAT ve GPx aktivitelerini arttırdığı bildirilmiştir.

Sönmez ve ark. (2015)'nin gökkuşığı alabalığında yeme katılan adaçayı (*Salvia officinalis*), nane (*Mentha spicata*) ve bahçe kekiği (*Tymus vulgaris*) yağlarının antioksidan enzimler üzerine etkisini inceledikleri 60 gün süreli çalışmaları sonucunda, yağ katkısı yapılan tüm gruplarda karaciğer dokusundaki SOD ve GPx miktarlarında artış gözlemlendi ancak CAT miktarının önemli oranda azaldığı bildirilmiştir.

Sesay ve ark. (2016)'nin çeşitli konsantrasyonlarda (0.5, 1.0, 2.0, 5 ve 10 mg/kg yem) yeme ilave edilen folik asitin *Megalobrama amblycephala* fingerlinglerinde antioksidan enzimler üzerine etkisini inceledikleri 10 hafta süren çalışmaları sonucunda, folik asitle beslenen grupların SOD ve CAT enzim aktivitelerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Guardiola ve ark. (2017)'nin çipurada yeme ilave edilen çemen otu (*Trigonella foenum graecum*) ve bazı probiyotik bakteri türlerinin antioksidan savunma sistemine etkilerini inceledikleri 3 haftalık çalışmaları sonucunda, karaciğer dokusunda SOD enzim aktivitesinde azalma görüldüğü bildirilmiştir. Bununla birlikte çemen otu, çemen otu + *Lactobacillus plantarum*, çemen otu + *Bacillus subtilis* gruplarındaki CAT miktarının

kontrol ve çemen otu + *Bacillus licheniformis* gruplarına oranla artış gösterdiği bildirilmiştir.

Antioksidan enzimler üzerine yapılan çalışmalardan anlaşılabacağı üzere SOD, CAT ve GPx enzim aktivitelerinde gözlemlenen tepkiler (artma-azalma-sabit kalma) uygulama yapılan balık türü, uygulanan stres etkeni ve antioksidan maddeye göre değişiklik göstermektedir.

3.3. Sıcaklığın Enzim Aktivitelerine Etkisine İlişkin Literatür Özeti

Parihar ve ark. (1996)'nın yüksek sıcaklığa maruz bırakılan kedi balığının (*Heteropneustes fossilis*) karaciğerindeki SOD aktivitesinin, sıcaklığa (25, 27, 32, 37°C) ve maruz kalma süresine (1-4 saat) bağlı olarak değişimini inceledikleri çalışmaları sonucunda, SOD aktivitesinin 32 ve 37°C'de kontrol grubuna (25°C) oranla önemli miktarda artış gösterdiği ancak sürenin uzamasının SOD aktivitesinde önemli bir değişikliğe sebep olmadığı bildirilmiştir.

Filho ve ark. (2001)'nin acara çiklitte (*Geophagus brasiliensis*) mevsimsel sıcaklık değişiminin antioksidan savunma sistemine etkilerini inceledikleri çalışmaları sonucunda, yüksek sıcaklık periyodunda SOD enzim aktivitesinin artış gösterdiği ancak CAT enzim aktivitesinin sabit kaldığı bildirilmiştir.

Heise ve ark. (2006)'nın yılan balığı anasında (*Zoarcetes viviparus*) yüksek sıcaklık ile oluşturulan oksidatif stresin etkilerini inceledikleri çalışmaları sonucunda, 22°C'de SOD ve GPx enzim aktivitelerinin sabit kaldığı ancak 26 °C'de (hipertermi) SOD enzim aktivitesinin azaldığı bildirilmiştir.

Lushchak ve Bagnyukova (2006) Japon balığında (*Carassius auratus*) sıcaklık artışının antioksidan enzimlere etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, 1-12 saat süresince yüksek sıcaklığa (35 °C) maruz bırakılan balıklarda 1 saat sonrasında beyinde SOD aktivitesinde artış olduğu, 6-12 saat arasında ise beyin, karaciğer ve böbrek dokusunda azalma gözlemlendiği bununla birlikte CAT miktarının karaciğerde 1. saat sonunda azaldığı bildirilmiştir.

Bagnyukova ve ark. (2007)'nin Japon balığının beyin, karaciğer ve böbrek dokularında, su sıcaklığının 3°C'den 23°C'ye çıkarılmasının ardından SOD, CAT ve GPx aktivitelerini 5 gün boyunca inceledikleri çalışmaları sonucunda, CAT aktivitesinin 24. saate kadar %23-28 oranında artış gösterdiği ve 5. gün sonunda başlangıç değerine düştüğü bildirilmiştir. Bununla birlikte GPx aktivitesinin beyin ve böbrek dokusunda 24-

48. saatler arasında 1.5-2.3 kat artış göstererek 5. gün sonunda CAT aktivitesine benzer şekilde başlangıç değerine düştüğü buna rağmen SOD aktivitesinde herhangi bir değişim gözlenmediği bildirilmiştir.

Lou ve ark. (2011)'nın Japon pisi balığında (*Paralichthys olivaceus*) farklı sıcaklıkların (25, 28, 30, 32°C) karaciğerdeki SOD ve CAT aktiviteleri üzerine etkisini inceledikleri 18 gün süren çalışmalarında, 7. günde bu enzim aktivitelerinin 28°C grubunda kontrol grubuna kıyasla (25°C) önemli oranda artış gösterdiği, bununla birlikte 30 ve 32°C gruplarında SOD ve CAT aktiviteleri deneme süresince kontrol grubundan önemli oranda düşük olduğu bildirilmiştir.

Castro ve ark. (2012)'nin Senegal dil balığında (*Solea senegalensis*) akut soğuk (18→12 °C) ve sıcak şok uygulamalarının (12→18 °C) SOD, CAT ve GPx aktiviteleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, CAT enziminin ısıl şoktan etkilenmediği bununla birlikte SOD enzim miktarının akut sıcaklık şoku sonucunda, GPx miktarının ise akut soğuk şok sonucunda yükseldiği bildirilmiştir.

Vinagre ve ark. (2012)'nin juvenil levrekte (*Dicentrarchus labrax*) su sıcaklığının CAT aktivitesine etkisini belirlemek için yaptıkları 30 gün süreli çalışmalarında, 18°C'de CAT miktarında 3.2 kat artış, 24°C'de 1.9 kat artış, 28°C'de ise 13.1 kat azalma görüldüğü bildirilmiştir.

Madeira ve ark. (2012)'nin karagöz (*Diplodus vulgaris*), sargoz (*Diplodus sargus*), levrek, kömürcü kaya balığı (*Gobius niger*) ve ince dudaklı kefalde (*Liza ramada*) sıcaklığın 24°C'den (kontrol) her tür için kritik maksimum seviyeye çıkarılması ile CAT aktivitesinin değişimini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, CAT aktivitesinin ince dudaklı kefal ve levrek balığı için artış gösterdiği, karagöz için azaldığı ve sargoz için sabit kaldığı bildirilmiştir.

Machado ve ark. (2014)'nın siyah morina (*Notothenia coriiceps*) ve mermer morinada (*Notothenia rossii*) sıcaklığın SOD, CAT ve GPx enzim aktivitelerine olan etkisini belirledikleri çalışmada, su sıcaklığı 0°C'den 8°C'ye çıkarılmış ve 6 gün süresince karaciğer örnekleme yapılmıştır. Çalışma sonucunda SOD miktarı siyah morinada 3. günde azalma gösterirken mermer morinada ise artış gösterdiği bildirilmiştir. Bununla birlikte CAT aktivitesi miktarı her iki tür için de çalışma süresince sabit kalmıştır. GPx miktarının ise siyah morinada 6. günde artma, mermer morinada ise 3. günde azalma gösterdiği bildirilmiştir.

Nakano ve ark. (2014)'nın yüksek sıcaklığın koho somonunda (*Oncorhynchus kisutch*) antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmaları

sonucunda SOD aktivitesinin 17.5 saat sonra kontrol grubuna oranla önemli miktarda artış gösterdiği ancak 48 saat sonra başlangıç seviyesine döndüğü bildirilmiştir.

Vinagre ve ark. (2014)'nın kaya balığında (*Gobius paganellus*) sıcaklık artışının (20°C →34°C) SOD ve CAT aktivitelerine olan etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, sıcaklık artışının kas ve karaciğerdeki SOD üzerinde etkisi olduğu ancak solungaçtakine etkisi olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca CAT aktivitesinin tüm dokularda sıcaklık artışından etkilendiği bildirilmiştir.

Almroth ve ark. (2015)'nin akut ve kronik olmak üzere iki ayrı sıcaklık artışına maruz bırakılan *Pagothenia borchgrevinki* balığının karaciğerinde antioksidan enzim aktivitelerini inceledikleri çalışmaları sonucunda, akut sıcaklık stresinin SOD ve GPx enzim aktivitelerini yükselttiği ancak CAT aktivitesinin sabit kaldığı bildirilmiştir. Kronik sıcaklık stresinin ise GPx enzim aktivitesini arttırdığı ancak SOD ve CAT enzimlerinde herhangi bir değişikliğe sebep olmadığı bildirilmiştir.

3.4. Karayemiş Bitkisine İlişkin Literatür Özeti

Erdemoğlu ve ark. (2003)'nin karayemiş yaprağı ekstraktının, ağrı oluşturulan sıçanlarda (*Mus musculus*) antiinflamatuvar (yangı azaltma) ve antinosiseptif (ağrı azaltma) aktivitesini inceledikleri çalışmalarında, uygulama yapılan grupta ağrının kontrol grubuna oranla önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir.

Ertürk ve ark. (2004)'nin karayemiş yaprağı ekstraktının lahana yaprak güvesinde (*Plutella xylostella*) toksik etkisini inceledikleri çalışmalarında, karayemişin %50 oranında toksik etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

Liyana-Pathirana ve ark. (2006)'nin karayemiş meyve ve pekmezinde, farklı serbest radikal süpürme [hidrojen peroksit, süperoksit radikali ve 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal], indirgeme gücü ve insan düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterolünün oksitlenmesinin engellenmesi testleri ile antioksidan aktivite belirlenmiştir. Yaş ağırlıkta pekmezin karayemiş meyvesine göre daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği ancak kuru ağırlıkta hidrojen peroksit ve DPPH radikal süpürme aktiviteleri ve indirgeme gücünün karayemiş meyvesinde daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, fenolik bileşenler bakımından zengin olan karayemiş meyve ve pekmezinin oksidatif stresin neden olduğu dejeneratif hastalıkların iyileştirilmesinde olumlu etkileri olabileceği bildirilmiştir.

Engin (2007)'ın karayemiş yaprağı, meyvesi ve çekirdeklerinin antioksidan aktivitesini incelediği çalışması sonucunda, karayemiş yaprağının antioksidan kapasitesinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Sahan (2011)'ın bazı ekmek küfü mantarları (*Aspergillus chevalieri*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. oryzae*, *A. parasiticus*, *Fusarium oxysporum*, *Mucor* spp., *Penicillium commune*, *P. islandicum*, *P. roqueforti*, *P. solitum*, *P. verrucosum*, *Rhizopus oligosporus* ve *R. stolonifer*) üzerinde karayemiş yaprağı ekstraktının antifungal aktivitesini inceledikleri çalışmaları sonucunda, karayemiş yaprağının gıdalarda antifungal madde olarak kullanılma potansiyeli olduğu bildirilmiştir.

Şenaylı ve ark. (2012)'nin karayemiş enjeksiyonu yapılan sıçanlarda glukoz seviyesinin antidiyabetik bir ilaç olan glibenclamide verilen gruba oranla daha iyi korunduğu ve karayemişin antidiyabetik etki gösterdiği bildirilmiştir.

Demir ve ark. (2017)'nin karayemiş meyvesi ekstraktının, bazı kanser hücrelerinde sitotoksik etkilerini inceledikleri çalışmaları sonucunda, akciğer, kolon, karaciğer ve serviks kanser hücre serilerinde sitotoksik etki gösterdiği, normal fibroblast hücreleri ile karşılaştırıldığında ise en etkili seçici sitotoksik etkinin kolon kanseri hücrelerinde belirlendiği bildirilmiştir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

Çalışmada, karayemiş yaprağı ekstraktının gökkuşağı alabalığında büyüme performansı, yaşama oranı ve antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla, 4 farklı çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmalar 1'i ön deneme olmak üzere 3 kez akvaryum ortamında, 1 kez ise ticari bir işletmede yürütülmüştür.

4.1.1. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışmaları

4.1.1.1. Araştırma Yeri

Araştırmalar, Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yürütülmüştür.

4.1.1.2. Akvaryum Sistemi

Çalışmanın yürütülmesi amacıyla 18 adet akvaryum ve 6 adet samptan oluşan akvaryum sistemi kurulmuştur (Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4). Akvaryum tabanında atık birikiminin engellenmesi amacıyla, su çıkışı dip akıntısı oluşturacak şekilde tasarlanmıştır. Akvaryumdan çıkan su savaklanarak, PVC boru yardımıyla ve kendi cazibesiyle sampın giriş haznesine dolması sağlanmıştır. 4 bölmeden oluşan samp sisteminde sırasıyla ısıtıcılar, filtrasyonu sağlaması amacıyla biyoball, biyosünger, seramik ring, elyaf ve zeolit gibi filtre ekipmanları yer almıştır. Son bölmeye ise suyun akvaryumlara basıldığı sirkülasyon motoru yerleştirilmiştir. Havalandırma sampın birinci bölümündeki iki adet hava taşı vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir.



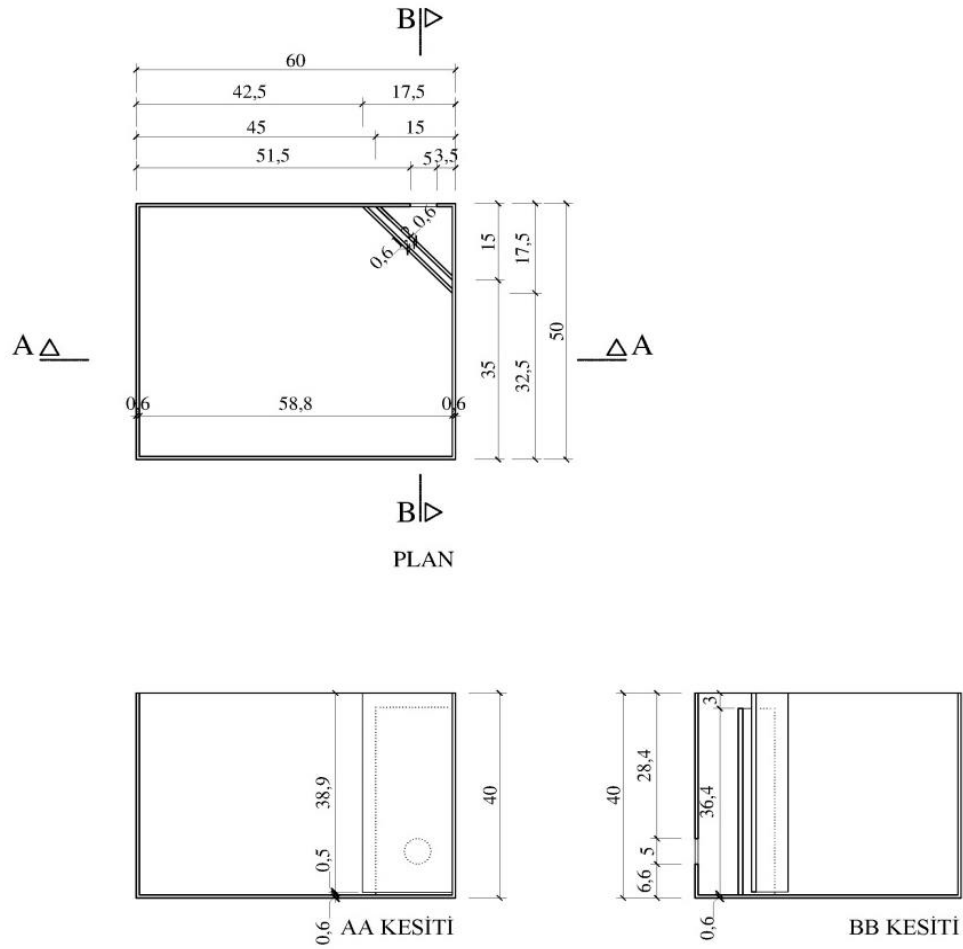
Şekil 4.1. Çalışmanın yürütüldüğü akvaryum sisteminin genel görüntüsü (Orijinal)



Şekil 4.2. Deneme ünitesinin görünümü (Orijinal)



Şekil 4.3. Akvaryum samp sisteminin görünümü (Orijinal)



Şekil 4.4. Akvaryumun ayrıntılı çizimi

4.1.2. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışması

4.1.2.1. Deneme Yeri

Deneme, Samsun ili Bafra ilçesinde bulunan Derbent Barajı'nda özel bir firmaya ait (Kuzey Su Ürünleri Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.) ağ kafeslerde yürütülmüştür (Şekil 4.5). Derbent Barajı, Kızılırmak Nehri üzerinde enerji, taşkın kontrolü ve sulama amacıyla kurulmuştur. Bununla birlikte Derbent Barajı'nda 1995 yılından itibaren çok sayıda firma tarafından gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılmaktadır (Akbulut ve ark., 2009).



Şekil 4.5. Çalışmanın yürütüldüğü tesis (Orijinal)

4.1.2.2. Kafes Sistemi

Denemede 5x5x5 m ebatlarında, 1 cm ağ göz açıklığına sahip 6 adet ağ kafes kullanılmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Araştırmada kullanılan kafesler (Orijinal)

4.1.3. Balık Materyali

Çalışmada kullanılan gökkuşağı alabalıkları özel bir firmadan (Kuzey Su Ürünleri San. ve Tic. LTD. ŞTİ., Bafra, Samsun) temin edilmiştir. Akvaryum ortamında yürütülen çalışmalar için getirilen balıklar, 4000 lt hacimli fiberglas tanka stoklanmıştır. 15 gün süreyle günde iki kere ticari alabalık yemi ile beslenen balıkların ortama adaptasyonları sağlanmıştır.

Ön çalışmada ortalama ağırlığı 49.3 ± 0.38 g olan 75 adet, akvaryum ortamında yürütülen uygulama çalışması-1’de ortalama ağırlıkları 6.05 ± 0.03 g olan 540 adet, ticari yetiştiricilik ortamında yürütülen uygulama çalışmasında ortalama ağırlıkları 30.52 ± 0.056 g olan 3000 adet ve akvaryum ortamında yürütülen uygulama çalışması-2’de ortalama ağırlıkları 5.93 ± 0.00 g olan 360 adet gökkuşağı alabalığı kullanılmıştır.

4.1.4. Deneme Yemleri ve Karayemiş Yaprağı

Deneme yemleri özel bir firmadan temin edilmiştir (Sibal A.Ş., Sinop). Araştırmanın temelini oluşturan karayemiş yaprağı, akvaryum ortamında yürütülen çalışmalar için Sinop ilinden, ticari yetiştiricilik ortamında yürütülen çalışma için bol bulunması dolayısıyla Trabzon ilinden temin edilmiştir.

4.2. Yöntem

4.2.1. Azot Döngüsünün Oluşturulması

Sudaki azot döngüsünde balıkların metabolik atıklarından suya karışan amonyak, nitrifikasyon bakterileri tarafından nitrit ve nitrata dönüştürülür. Amonyak ve nitrit çok düşük konsantrasyonlarda dahi balıklarda yüksek toksik etki gösterir. Akvaryumda balıklar için sağlıklı bir ortam hazırlamak için bu bileşiklerin hızlı bir şekilde nitrata dönüştürülmesi gerekmektedir. Nitrat daha zararsız olmakla birlikte su değişimiyle ortamdan uzaklaştırılabilir (Anonim, 2017a). Akvaryum ortamında yürütülen çalışmalarda, azot döngüsünün oluşturulması için 2 yöntem kullanılmıştır (Anonim, 2017b).

- **Balık stoklama:** Akvaryum ortamında azot döngüsünü sağlamak amacıyla başlangıçta her akvaryuma 1’er çift zebra çiklit (*Cichlasoma nigrofasciatum*) stoklanmıştır. Düzenli aralıklarla sudaki amonyum, nitrit ve nitrat tayinleri gerçekleştirilmiş (Egemen, 2011) ve balık miktarı artırılmıştır. Kapalı devre sistemler için

amonyum, nitrit ve nitrat miktarları standartlara uygun hale geldiğinde ise deneme başlatılmıştır.

- **Bakteri kültürü:** Nitrifikasyon bakterilerinin üremesi ve azot döngüsünün oluşturulması amacıyla suya bakteri kültürü (Sera Bio Nitrivec Bakteri Kültürü) eklenmiştir. Sudaki amonyak, nitrit ve nitrat miktarı test kitleri (Sera amonyum-amonyak/nitrit/nitrat testi) yardımıyla belirlenmiştir. Akvaryum ortamında yürütülen 4. çalışmada, pratik olması ve suyun balıklar için daha kısa zamanda uygun hale gelmesi nedeniyle bakteri kültürü uygulaması tercih edilmiştir.

4.2.2. Deneme Yemlerinin Hazırlanması

Sinop ili Karakum mevkiinden toplanan karayemiş yaprakları Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Laboratuvarı'na getirilmiştir. Yapraklar temizlenip tartıldıktan sonra ağzı açık etüvde 72 saat süresince 45°C'de kurutulmuştur. Kurutulan yaprakların %62 oranında nem kaybettiği tespit edilmiştir. Kuru yapraklar öğütücüde toz haline getirilmiştir.

Ekstrakt hazırlama: 50 gram kuru yaprak 1000 ml'lik erlene konulmuş ve üzerine 500 ml metanol ilave edilerek erlenin tamamı alüminyum folyo ile kaplanmıştır. 24 saat karanlıkta manyetik karıştırıcıda karıştırılan çözelti filtre kağıdıyla (Whatman No.1) süzölmüştür. Metanol, rotary evaporatörde 45 °C'de vakumla uçurulmuştur (Gökçe ve ark., 2007).

Ön çalışmada ticari alabalık yemi öğütücü yardımıyla toz haline getirilmiştir. Elde edilen ekstrakt saf su ile çözündürülerek toz halindeki yemlere ilave edilmiş, yem tekrar karıştırılmış ve pelet makinesinden geçirilerek etüve yerleştirilerek 18 saat kurutulmuştur.

Hazırlanan pelet yem büyüklüğünün, akvaryum ortamında yürütülen diğer çalışmalarda kullanılan juvenil balıkların ağız açıklığına uygun olmaması ve pelet yöntemiyle daha küçük yem elde edilememesi nedeniyle diğer çalışmalarda yemler püskürtme yöntemine göre hazırlanmıştır. Buna göre, elde edilen ekstrakt saf su içerisinde çözündürülmüş, ticari alabalık yemi üzerine püskürtülmüş (Lee ve ark., 2012) ve etüvde 18 saat kurutulmuştur. Kurutulan tüm deneme yemleri uygun büyüklükte kırılmış ve poşetlenerek +4°C'de muhafaza edilmiştir.

4.2.3. Balıkların Yemlenmesi

Balıklar, akvaryum ortamında yürütülen çalışmalarda, deneme süresince 08.00-16.00 saatlerinde, günde iki kez olmak üzere haftanın yedi günü, bütün balıkların yem almasına özen gösterilerek görülebilir doygunluk sınırına ulaşınca kadar yemlenmiştir. Balıklar tarafından tüketilen yem her öğünde belirlenerek kayıt altına alınmıştır.

Ticari yetiştiricilik ortamında yürütülen çalışmada ise balıklar ağırlıklarının %2'si oranında ve işletmenin yemleme stratejisinde belirlenen yemleme rejimine uygun olarak haftanın altı günü yemlenmişlerdir.

4.2.4. Örneklerin Alınması

4.2.4.1. Kan Örneklerinin Alınması

Ön çalışmada ilk kan alımı, balıkların deneme yemleriyle beslenmeye başlanmasından 4 gün sonra gerçekleştirilmiştir. Her akvaryumdan rastgele 1 balık seçilerek karanfil yağı içeren suya bırakılmıştır (Metin ve ark., 2015). Hareketsiz hale gelen balık sudan alınarak temiz bir havluyla kurulanmıştır. 5 ml'lik enjektör, anüs ile kuyruk arasına, iğne ucunun omurgaya değdiği hissedilinceye kadar batırılarak kan alınmıştır. Alınan kan santrifüj tüpüne aktararak 25°C'de 30 dakika boyunca pıhtılaşması için bekletilmiştir. Bu süre sonunda kan örnekleri 15 dakika boyunca 4 °C'de 2000 x g devirde santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üst kısımda ortaya çıkan sarı faz otomatik pipet yardımıyla alınmıştır. Serum örnekleri ependorflara konarak analize kadar -80 °C'de muhafaza edilmiştir. Yeterli kan örneği elde edilememesi dolayısıyla yalnızca SOD ve CAT enzim analizleri gerçekleştirilmiştir.

Ön denemede solungaç ve kan örnekleme gerçekleştirilmiştir. Ancak elde edilen serum miktarının, her üç antioksidan enzim analizini (SOD, CAT, GPx) gerçekleştirmek için yeterli olmaması nedeniyle, kan örnekleme yalnızca ön denemede gerçekleştirilmiş olup diğer üç çalışmada karaciğer örnekleme gerçekleştirilmiştir.

4.2.4.2. Doku Örneklerinin Alınması

Antioksidan enzim analizlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla, ön çalışmada solungaç dokusu örnekleme gerçekleştirilmiş olup sonrasında incelenen literatür

ışığında, akvaryum ortamında uygulama çalışması-1 ve ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasında karaciğer dokusu örnekleme yapılmıştır.

Akvaryum uygulama çalışmasında ilk doku örnekleme, su sıcaklıklarının, planlanan deneme sıcaklığına ulaşması sonrasında gerçekleştirilmiştir. İlk örneklemede her akvaryumdan rastgele 3 balık seçilerek yüksek dozda anestezi madde içeren (karanfil yağı) suya bırakılmıştır. Her bireyin boy ve ağırlık ölçümü yapılmıştır. Balıkların karın anüsten anteriore doğru makas yardımıyla kesilerek açılmıştır. Karaciğer dokusu kesilerek çıkarılmış ve -80 °C'lik dondurucuda muhafaza edilmiştir. 15, 30 ve 45. gün örnekleme de aynı şekilde gerçekleştirilmiş olup her akvaryumdan 5'er adet alınan balıkların karaciğerleri çalışma sonucunda analiz edilmek üzere kuru buz ile (-80 °C) özel bir laboratuvara (Bilim Laboratuvarı, İstanbul) gönderilmiştir.

Ticari yetiştiricilik ortamında ise karaciğer örnekleme deneme başı, 7. ve 28. gün olmak üzere, her kafesten 3'er balıktan gerçekleştirilmiştir.

4.2.5. Büyüme Performansı Parametrelerinin Belirlenmesi

4.2.5.1. Canlı Ağırlık Artışı (CAA)

Canlı ağırlık artışı (CAA), deneme süresince balıkların kazandığı ağırlık farkıdır. Aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Dernekbaşı, 2008):

$$CAA (g) = \text{Deneme sonu vücut ağırlığı (g)} - \text{Deneme başı vücut ağırlığı (g)}$$

4.2.5.2. Spesifik Büyüme Oranı (SBO)

Spesifik büyüme oranı (SBO), belirli bir süre içindeki büyüme artışını ifade etmektedir. Aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Dernekbaşı, 2008):

$$SBO (\%) = \{ [\ln (\text{Deneme sonu ağırlık (g)}) - \ln (\text{Deneme başı ağırlık (g)})] / \text{Deneme süresi} \} \times 100$$

4.2.5.3. Oransal Büyüme Oranı (OBO)

Oransal büyüme oranı (OBO), dönem başındaki ağırlığın yüzdesi olarak belirtilir. Balık büyüklüğü arttıkça azalır. Aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Dernekbaşı, 2008):

$$OBO (\%) = \{ [\text{Son ağırlık (g)} - \text{Başlangıç ağırlığı (g)}] / \text{Başlangıç ağırlığı (g)} \} \times 100$$

4.2.5.4. Yem Değerlendirme Sayısı (YDS)

Yem değerlendirme sayısı (YDS), balığın verilen yemi ağırlığa dönüştürme oranıdır. Aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Dernekbaşı, 2008):

$$YDS = \text{Tüketilen yem miktarı (g)} / \text{Toplam canlı ağırlık artışı (g)}$$

4.2.5.5. Yaşama Oranı (YO)

Deneme süresince ölen balıklar kaydedilerek deneme sonunda aşağıdaki formül kullanılarak yaşama oranı hesaplanmıştır (Dernekbaşı, 2008):

$$YO (\%) = (\text{Deneme sonu canlı balık sayısı} / \text{Deneme başı balık sayısı}) \times 100$$

4.2.5.6. Kondisyon Faktörü (KF)

Kondisyon faktörü (KF), balıklarda boy-ağırlık ilişkisinin belirlenmesi amacıyla kullanılır. Aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Dernekbaşı, 2008):

$$KF = \{ \text{Ağırlık (g)} / [\text{Uzunluk (cm)}]^3 \} \times 100$$

4.2.5.7. Hepatosomatik İndeks (HSI)

Hepatosomatik indeks (HSI) karaciğer ağırlığının vücut ağırlığına oranıdır. HSI değerinin belirlenmesi için balığın karaciğeri çıkarılarak tartılmış ve aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Dernekbaşı, 2008):

$$HSI (\%) = [\text{Karaciğer ağırlığı (g)} / \text{Toplam vücut ağırlığı (g)}] \times 100$$

4.2.5.8. Viserosomatik İndeks (VSI)

Viserosomatik indeks (VSI) içorgan ağırlığının vücut ağırlığına oranıdır. VSI değerinin hesaplanması için balıkların iç organları çıkarılarak tartılmış ve aşağıdaki formül kullanılmıştır (Dernekbaşı, 2008):

$$VSI (\%) = [\text{İç organ ağırlığı (g)} / \text{Toplam vücut ağırlığı (g)}] \times 100$$

4.2.5.9. Karkas Verimi (KV)

Karkas verimi (KV); içorgan, deri, kılçık, yüzgeçler ve baş kısmı temizlenmiş balığın et ağırlığının vücut ağırlığına oranıdır. Aşağıdaki formülle belirlenmiştir (Dernekbaşı, 2008):

$$KV (\%) = (\text{Temizlenmiş balık ağırlığı (g)} / \text{Toplam balık ağırlığı (g)}) \times 100$$

4.2.6. Kimyasal Analizler

4.2.6.1. Ham Protein Analizi

Balık eti ve yemindeki protein analizleri Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır (AOAC, 1980). Balık etinden 1 g, yem numunelerinden ise 0.5 g örnek tartılıp 2 adet potasyum karbonat tableti ile birlikte tüplere konulmuştur. Tüplere 15 ml derişik H₂SO₄ ilave edilmiştir. Tüpler yakma ünitesine yerleştirilmiş ve 420°C’de 1 saat yakılmıştır. Yakma işleminden sonra oda sıcaklığına kadar soğutulan tüplere 75 ml saf su ilave edilmiştir. Destilasyon cihazına yerleştirilen tüpe 50 ml %33’lük NaOH (sodyum hidroksit) çekilmiştir. %4’lük 25 ml borik asit, 3 damla metil red ve 3 damla brom kroze green erlenmayere eklenmiş ve destilasyon cihazına yerleştirilmiştir. 7 dakika süresince destilasyon yapılmıştır. Destilasyon işleminden sonra 0.1 N HCl ile erlenmayerdeki renk pembeye dönünceye kadar titrasyon yapılmış ve sarfiyat kaydedilmiştir. Ham protein miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Ham Protein (\%)} = \{[\text{Titrasyonda harcanan HCl miktarı (ml)} \times 0.0014 \times 6.25] / \text{Örnek miktarı (g)}\} \times 100$$

4.2.6.2. Ham Yağ Analizi

2-3 g balık eti örneği tartılıp K₂SO₄ ile nemi alındıktan sonra Soxhlet kartuşuna konulmuştur. Ağzı pamukla kapatılan kartuş, Soxhlet tüpüne yerleştirilerek darası alınan balona sabitlenmiştir. Tüpe 1.5 sifon saf eter ilave edilerek 60°C’de 6 saat süresince ekstrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. İşlem bittikten sonra 105 °C kurutulan balonların tartımları yapılmıştır. Aşağıdaki formül kullanılarak ham yağ miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 1980):

$$\text{Ham yağ (\%)} = \{[\text{Balon son ağırlık (g)} - \text{Balon dara (g)}] / \text{Örnek miktarı (g)}\} \times 100$$

4.2.6.3. Ham Kül Analizi

Yaklaşık 1-2 g balık eti örneği, darası alınmış kroze içine konularak 5 saat süresince 550°C'deki kül fırınında yakılmıştır. Yakma işleminden sonra krozeler desikatörde soğutulmuş ve tekrar tartılmıştır. Ham kül miktarı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (AOAC, 1980):

$$\text{Ham kül (\%)} = \{[\text{Daralı kül (g)} - \text{Dara (g)}] / [\text{Daralı örnek (g)} - \text{Dara (g)}]\} \times 100$$

4.2.6.4. Kuru Madde Analizi

5 g örnek darası alınan kuru madde kabına tartıldıktan sonra 105°C'deki etüve konarak 8 saat süreyle kurutulmuştur. 8 saat sonunda kurutma kapları desikatörde soğutulup tekrar tartılmıştır. Kuru madde ve nem miktarı aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır (AOAC, 1980):

$$\text{Kuru madde (\%)} = \{[\text{Daralı kuru madde (g)} - \text{Dara (g)}] / [\text{Daralı örnek (g)} - \text{Dara (g)}]\} \times 100$$

$$\text{Nem (\%)} = 100 - \text{Kuru madde (\%)}$$

4.2.7. Antioksidan Enzim Analizleri

Bu çalışma kapsamında gökkuşacağı alabalığı karaciğerinden elde edilen doku örneklerinde; Süperoksit Dismutaz (SOD), Glutasyon Peroksidaz (GSH-Px) ve Katalaz (CAT) aktivitesi ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Her bir test parametresi kolorimetrik ölçüm prensibi ve üretici firmanın (Cayman) önerisi doğrultusunda özel bir laboratuvar tarafından gerçekleştirilmiştir. Aşağıda belirtilen ön hazırlık, deney ve sonuçların analizi bölümleri özel laboratuvar tarafından gerçekleştirilmiştir.

4.2.7.1. Süperoksit Dismutaz Aktivitesi Ölçümü

Yöntem özetle in vitro deney ortamında SOD'un enzimatik aktivitesinin, tetrazolium tuzları üzerindeki redüksiyon potansiyeline paralel olarak oluşan formazan (kimyasal indikatör) düzeyinin spektrofotometre aracılığı ile kolorimetrik olarak ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Aşağıda belirtilen işlem basamakları özel bir laboratuvar tarafından gerçekleştirilmiştir.

Ön Hazırlık: Deney ve örnek çalışma solüsyonları (tampon) 1/10 oranında HPLC saflığında su ile sulandırılmıştır. Tetrazolium tuzu (radikal dedektör) içeren solüsyonun

deney tamponu ile on binde 25 (%2.5) oranında dilüsyonu yapılarak, çalışılana kadar - 20°C’de saklanmıştır. Deneyin verifikasyonu ve test edilen örneklerin enzimatik aktivitesinin ölçülmesi amacıyla sığır eritrositinden hazırlanan stok SOD solüsyonun örnek tamponu aracılığı ile final aktivitesi 0 U/ml’den 0.050 U/ml’ye kadar iki kat oranda azalacak şekilde 7 (yedi) farklı konsantrasyonundan oluşan SOD standartları hazırlanmıştır. Stok ksantin oksidaz örnek tamponu aracılığı ile %2.5 olacak şekilde çalışmadan hemen önce buz üzerinde sulandırılarak deney için kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Deney: Her bir standart çift çalışmak üzere SOD standartlarının çalışılacağı kuyucuklara sırasıyla 10µl radikal dedektör (Tetrazolium tuzu) ve 200µl yedi farklı konsantrasyonda hazırlanan SOD standartları eklenmiştir. Doku örneklerinin her biri ilgili test kuyucuklarına sırasıyla 10µl radikal dedektör (Tetrazolium tuzu) ile doku örnekleri eklenmiştir. Her bir deney kuyucuğuna çok hızlı olmasına dikkat edilerek 20µl ksantin oksidaz eklenmiştir. Hazırlanan deney playti birkaç dakika dikkatlice karıştırılarak üzeri kaplanmıştır. 30 dakika oda ısısında inkübe edilmiştir. Reaksiyon sonrası oluşan kolorometrik renk değişikliği (absorbans değeri), üretici firmanın önerileri doğrultusunda 440-460 nm’lik filtereler kullanılarak spektrofotometre (ELISA okuyucusu) ile ölçülmüştür.

Sonuçların Analizi: Final SOD aktivitesi 0 (U/ml) kabul edilen standart A; diğer standartların ve analiz edilen örneklerin SOD aktivitesinin belirlenmesinde negatif kontrol olarak kabul edilmiştir. Çalışmanın verifikasyonu ve test edilen örneklerin SOD aktivitelerinin belirlenmesi için diğer SOD standardının OD’sinin (optik dansite) standart A’nın OD’sine oranı hesaplanarak standart bir grafik elde edilmiştir. Test edilen örneklerin SOD aktiviteleri elde edilen standart eğri ve üretici firmanın önerdiği formül doğrultusunda hesaplanmıştır.

4.2.7.2. Katalaz Aktivitesi Ölçümü (CAT)

Yöntem özetle in vitro deney ortamında katalazın enzimatik aktivitesinin, enzimin metil alkol ile reaksiyonu sonucu oluşan formaldehitin, kromojenik özelliğe sahip Purpald (indikatör) varlığında kolorimetrik değişim düzeylerinin spektrofotometre aracılığı ile ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Aşağıda belirtilen işlem basamakları özel bir laboratuvar tarafından gerçekleştirilmiştir.

Ön Hazırlık: Deney ve örnek çalışma solüsyonları (tampon) HPLC saflığında su ile 1/10 oranında sulandırılmıştır. Pozitif kontrol olarak kullanılan liyofilize katalaz, 2 ml örnek tamponu ile rekonsite edildikten sonra deneyde kullanılmak üzere tekrar örnek tamponu ile 1/10 oranında sulandırılmıştır. Katalaz hidrojen peroksit HPLC saflığında su ile %0.4 oranında sulandırılmıştır. Deneyin verifikasyonu ve test edilen örneklerin enzimatik aktivitesinin ölçülmesi amacıyla stok CAT (4.25 mM) solüsyonun örnek tamponu aracılığı ile final konsantrasyonu 0-75 μ M olacak şekilde 7 (yedi) farklı konsantrasyonundan oluşan CAT standartları hazırlanmıştır.

Deney: Her bir standart çift çalışılmak üzere CAT standartlarının çalışılacağı kuyucuklara sırasıyla 100 μ l deney tamponu, 30 μ l metanol ile yedi farklı konsantrasyonda hazırlanan CAT standartlarından 20 μ l eklenmiştir. Pozitif kontrol kuyucuklarına sırasıyla 100 μ l deney tamponu, 30 μ l metanol ile 20 μ l katalaz eklenmiştir. Test edilecek örnek kuyucuklarına ise sırasıyla 100 μ l deney tamponu, 30 μ l metanol ile 20'şer μ l doku örnekleri eklenmiştir. Her bir deney kuyucuğuna dikkatlice daha önce sulandırılmış hidrojen peroksitten 20 μ l eklenmiştir. Hazırlanan deney playti üzeri kaplanarak 20 dakika oda ısısında karıştırıcı üzerinde inkübe edilmiştir. Reaksiyonu sonlandırmak amacıyla her bir test kuyucuğuna sırasıyla 30 μ l potasyum hidroksit ve kromojen substrat (Purpald) eklenmiştir. Deney pleyti üzeri kaplanarak 10 dakika oda ısısında karıştırıcı üzerinde tekrar inkübe edilmiştir. Her bir deney kuyucuğuna 10 μ l katalaz potasyum periyodat eklenerek pleyt 5 dakika oda ısısında karıştırıcı üzerinde inkübe edilmiştir. Reaksiyon sonrası oluşan kolorimetrik renk değişikliği (absorbans değeri), üretici firmanın önerileri doğrultusunda 540 nm'lik filtreler seçilerek spektrofotometre (ELISA okuyucusu) ile ölçülmüştür.

Sonuçların Analizi: Çalışmanın verifikasyonu ve test edilen örneklerin CAT aktivitelerinin belirlenmesi için sırasıyla her bir CAT standardı için üretici firma tarafından belirlenen final formaldehit konsantrasyonu ile ölçülen OD (optik dansite) değeri baz alınarak standart bir grafik elde edilmiştir. Test edilen örneklerin CAT aktiviteleri elde edilen standart eğri ve üretici firmanın önerdiği formül doğrultusunda hesaplanmıştır. Test edilen örneklerin CAT aktivite sonuçları nmol/min/ml cinsinden hesaplanmıştır.

4.2.7.3. Glutasyon Peroksidaz Aktivitesi Ölçümü (GPx)

Yöntem özetle in vitro deney ortamında glutasyon peroksidazın enzimatik aktivitesinin, hidroperoksitlerin, GPx enzimi ile katalizi sonucu oluşan okside glutasyonun, glutasyon redüktaz enzimi ile katalizi sırasında ortamda bulunan NADPH'ın NADP⁺'ye oksidasyonu sonucu reaksiyonun optik dansitesinde meydana gelen değişimin spektrofotometre aracılığı ile ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Aşağıda belirtilen işlem basamakları özel bir laboratuvar tarafından gerçekleştirilmiştir.

Ön Hazırlık: Öncelikle her bir doku örneği ile negatif kontrol (background) ve pozitif kontrollerin en az iki kuyucukta çalışılmasını sağlayacak şekilde çalışma taslağı oluşturulmuştur. Deney ve örnek çalışma solüsyonları (tampon) HPLC saflığında su ile 1/10 oranında sulandırılmıştır. Glutasyon peroksidaz (pozitif kontrol) örnek tamponu aracılığı ile final konsantrasyonu %2 olacak şekilde sulandırılmıştır. Enzim stabilizasyonunun korunması amacıyla çalışılana kadar buz üzerinde bekletilmiştir. Liyofilize haldeki GPx ko-substrat karışımı (NAPDH, Glutasyon ve Glutasyon redüktaz) çalışma öncesi 6 ml HPLC saflığındaki su ile çözülmüştür.

Deney: Önceden hazırlanan çalışma taslağı uyarınca negatif kontrol kuyucuklarına (reaksiyon olmayan) sırasıyla 120 µl deney tamponu ve 50 µl ko-substrat karışımı eklenmiştir. Pozitif kontrol kuyucuklarına ise sırasıyla 100 µl deney tamponu ve 50 µl ko-substrat karışımı ile 20 µl sulandırılmış GPx (kontrol) eklenmiştir. Örnek için tasarlanan kuyucuklara sırasıyla 100 µl deney tamponu ve 50 µl ko-substrat karışımı ile 20 µl her bir örnekten eklenmiştir. Reaksiyonun başlatılması amacıyla tüm kuyucuklara kümen hidroperoksit (cumene) eklendi ve reaksiyonunun başlangıç zamanına dikkat edilerek işlem hızla gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan deney pleyti birkaç dakika dikkatlice karıştırılmıştır. Pleytin 340 nm dalga boyuna ayarlanan bir spektrofotometre aracılığı ile en az 5 kez birer dakika aracılığı absorbans değerleri ölçülerek kaydedilmiştir. Örneklerin başlangıç absorbans değerlerinin 1.2'nin üstünde ve 0.5'in altında olmamasına dikkat edilmiştir.

Sonuçların Analizi: Çalışmanın verifikasyonu ve test edilen örneklerin GPx aktivitelerinin belirlenmesi için, her bir test kuyucuğunun başlangıç absorbans değerleri ile her bir test kuyucuğunun her bir dakika için 340 nm dalga boyundaki absorbans değerlerindeki değişimler baz alınarak standart bir grafik hazırlanmıştır. Örneklerin her bir dakika için değişen GPx aktivitesi hazırlanan grafik baz alınarak üretici firmanın

önerileri doğrultusunda hesaplanmıştır. Test edilen örneklerin GPx aktivite sonuçları nmol/min/ml cinsinden hesaplanmıştır.

4.2.8. Ön Çalışma

Yüksek toksik etkiye sahip karayemiş yaprağı ekstraktının daha önce herhangi bir balık üzerinde uygulamasının olmaması dolayısıyla balık üzerindeki etkileri henüz bilinmemektedir. Yapılan ön çalışma ile:

- Yeme katılan karayemiş yaprağı ekstraktının gökkuşağı alabalığında herhangi bir letal etkisinin olup olmadığı,
- Büyüme parametrelerine negatif bir etkisinin olup olmadığı,
- Ekstraktın çeşitli konsantrasyonlarının balık kanı ve solungaçlarındaki antioksidan enzimler üzerine etkisinin belirlenmesi,
- Tez çalışmasında kullanılacak olan optimum konsantrasyonun tespit edilmesi amaçlanmıştır.

4.2.8.1. Deneme Düzeni

Ön çalışma 12-26.03.2015 tarihleri arasında 15 günde tamamlanmıştır. Deneme üç tekerrürlü beş grup halinde oluşturulmuştur. Ortalama ağırlığı 49.3 ± 0.38 g olan 75 adet gökkuşağı alabalığı rastgele seçilip her bir akvaryuma 5'er adet stoklanmıştır. Deneme başında stok tankından 14 adet balığın biyometrik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Deneme süresince ortalama su sıcaklığı $13.86 \pm 0.03^\circ\text{C}$ olarak tespit edilmiştir.

Deneme yemleri yeniden pelet haline getirme (Başlık 4.2.2) yöntemine göre toz halindeki yeme 1, 5, 10 ve 15 g ekstrakt/kg yem karayemiş yaprağı ekstraktı ilave edilerek hazırlanmıştır. Sözü edilen konsantrasyonlardaki karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yemlerle beslenen gruplar sırasıyla; KY1, KY5, KY10 ve KY15 olarak isimlendirilmişlerdir. KY0 ise kontrol grubunu nitelemektedir.

Çalışma sonunda, her bir akvaryumdan 3'er adet balık solungaç örnekleme için alınmış ve tüm balıklar büyüme parametrelerinin ve etteki biyokimyasal kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla örneklenmiştir.

4.2.9. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1

4.2.9.1. Deneme Düzeni

Deneme, 27.01.2016-18.03.2016 tarihleri arasında 52 gün süre ile yürütülmüştür. Deneme üç tekerrürlü altı grup halinde oluşturulmuştur. Ortalama ağırlığı 6.05 ± 0.03 g olan 540 adet gökkuşağı alabalığı rastgele seçilip her bir akvaryuma 30'ar adet stoklanmıştır. Deneme başında stok tankından 10 adet balığın biyometrik ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Ön çalışma sonucunda KY15 (15 g/kg yem) grubunda diğer gruplara oranla yüksek canlı ağırlık artışı gözlenmesi, buna ek olarak %100 yaşama oranı elde edilmesi sonucunda akvaryum ortamındaki uygulama çalışmasında kullanılacak olan karayemiş yaprağı ekstraktı konsantrasyonu 15 g/kg yem olarak belirlenmiştir.

Gökkuşağı alabalığı literatürde soğuk su balığı olarak tanımlanmıştır (Çelikkale, 1994). Buna uygun olarak mevcut literatürden optimum (15°C), optimum üstü (19°C) ve yüksek sıcaklık (21°C) dereceleri seçilmiştir. Gökkuşağı alabalığı için optimum büyüme sıcaklık aralığı yapılan çalışmalar sonucunda 13-17°C olarak belirlenmiştir (Çelikkale, 1994). Buna göre bu çalışmada kullanılmak üzere, optimum sıcaklık değeri 15°C olarak seçilmiştir. Optimum üstü sıcaklık derecesi, 19°C olarak belirlenmiştir. Balıkların sıcaklık stresine girip aynı zamanda halen yem tüketebilmesini sağlamak amacıyla 21°C yüksek sıcaklık olarak belirlenmiştir (Boyd ve Tucker, 1998). Su sıcaklığı 15, 19 ve 21°C'ye ayarlanan 6 gruptan 3 tanesi karayemiş yaprağı ekstraktı ilaveli yemle beslenirken (D15, D19, D21) diğer 3 grup ekstrakt ilavesi yapılmamış ticari yemle (K15, K19, K21) beslenmiş ve kontrol grupları olarak nitelendirilmiştir.

Deneme süresince su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen günde 2 kez, pH haftada 1 kez ölçülmüştür.

Çalışma, büyüme parametreleri ve biyokimyasal kompozisyonun belirlenmesi amacıyla tüm balıkların örnekleme yapılarak sonlandırılmıştır.

4.2.10. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışması

Akvaryum ortamında yürütülen çalışma sonucunda, karayemiş yaprağı ekstraktının sıcaklık stresi altındaki balıklarda yaşama oranını önemli oranda arttırdığı gözlenmiştir. Bu amaçla, Derbent Baraj Gölü'nde bulunan özel bir firmadan alınan

sıcaklık verileri incelenmiş, sıcaklığın temmuz-ağustos aylarında yükseldiği ve ekonomik kayba neden olduğu tespit edilmiştir. Bu verilerden yola çıkılarak, yaz döneminde sıcaklığın kademeli olarak arttığı doğal ortamda karayemişyaprağı ekstraktının yeme katılmasıyla balıklarda yaşama oranı, büyüme parametreleri ve katalaz enzim aktivitesi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışma planlanmıştır. Çalışma temmuz-ağustos ayları içerisinde yürütülmüştür.

4.2.10.1. Deneme Düzeni

Deneme 24.07.2016–21.08.2016 tarihleri arasında 28 gün boyunca yürütülmüştür. Deneme üç tekerrürlü iki grup halinde oluşturulmuştur Ortalama ağırlıkları 30.52 ± 0.056 g olan 3000 adet gökkuşağı alabalığı rastgele seçilip her bir kafese 500'er adet stoklanmıştır. Deneme başında stok kafesten 14 adet balığın biyometrik ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Ön çalışma sonucunda yeme katılacak en uygun karayemiş yaprağı ekstraktı konsantrasyonu 15 g/kg yem olarak belirlenmiştir. Ancak ticari yetiştiricilik ortamında sürdürülen bu çalışmada yaprak kurutma, ekstrakt çıkarma ve yem hazırlama işlemlerinin gerektirdiği iş yükü ve kullanılacak yaprak bulmanın zorluğu nedeniyle bu çalışmada ekstrakt miktarı 5 g/kg'a düşürülmüştür.

Çalışma sonunda, her bir kafesten 3'er adet balık katalaz (CAT) enzim analizinin gerçekleştirilmesi için alınmıştır. Ayrıca büyüme parametreleri ve etteki biyokimyasal kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla her bir kafesten 15'er adet balık örnekleme yapılmıştır.

4.2.11. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-2

Akvaryum ve ticari ortamda yürütülen çalışmalardan elde edilen veriler ışığında, karayemiş ekstraktının yaşama oranını pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir. Buna dayanarak akvaryum ortamında, karayemişin çeşitli konsantrasyonlarda yeme ilavesinin yüksek sıcaklık stresi altındaki (21°C) gökkuşağı alabalıklarında yaşama oranı ve yem değerlendirme sayısına etkisinin incelendiği bir çalışma planlanarak yürütülmüştür.

4.2.11.1. Deneme Düzeni

Deneme, 28.02.2017-18.04.2017 tarihleri arasında 7 hafta süre ile yürütülmüştür. Deneme üç tekerrürlü altı grup halinde oluşturulmuştur. Ortalama ağırlığı 5.93 ± 0.00 g

olan 360 adet gökkuşuğu alabalığı rastgele seçilip her bir akvaryuma 20'şer adet stoklanmıştır.

Deneme süresince su sıcaklığı günde 2, çözülmüş oksijen günde 1 kez ölçülmüştür.

Çalışmada kullanılan karayemiş yaprağı ekstraktı konsantrasyonları yaptığımız çalışmalar ve ilgili literatür ışığında belirlenmiştir (Savaşer ve ark., 2016). Buna göre 0 (kontrol), 1 ve 2.5 g/kg düşük, 5, 10 ve 15 g/kg ise yüksek konsantrasyonlar olarak seçilmiştir. Sözü edilen konsantrasyonlardaki karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yemlerle beslenen gruplar sırasıyla; KY1, KY2.5, KY5, KY10 ve KY15 olarak isimlendirilmişlerdir. KY0 ise kontrol grubunu nitelemektedir.

Çalışma, büyüme parametrelerinin belirlenmesi amacıyla tüm balıkların örnekleme gerçekleştirilerek sonlandırılmıştır.

4.2.12. İstatistiksel Değerlendirme

Deneme gruplarından elde edilen verilerin normaliteleri Shapiro-Wilk normalite testi ile, grupların varyans eşitliği ise Levene's testi ile kontrol edilmiştir. Gruplar arasında farklılık olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA, $p < 0.05$) ile değerlendirilmiştir. Normalite ve grupların varyans eşitliğinin sağlanmadığı verilerde non-parametrik test olan Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Yüzde olarak verilen verilerde arcsin transformasyonu yapılmıştır. İstatistiksel analizlerde SPSS-21 paket programı kullanılmıştır.

5. BULGULAR

5.1. Ön Çalışmaya İlişkin Bulgular

5.1.1. Ön Çalışmaya Ait Su Parametrelerine İlişkin Bulgular

Deneme süresince ortalama su sıcaklığı $13.86 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$, sudaki çözünmüş oksijen miktarı 9.09 ± 0.06 mg/L ve pH 7.65 ± 0.06 olarak tespit edilmiştir.

5.1.2. Ön Çalışmaya Ait Büyüme Parametrelerine İlişkin Bulgular

Ön çalışmaya ait büyüme parametrelerine ilişkin bulgular Çizelge 5.1, Şekil 5.1, 5.2 ve 5.3'te verilmiştir. Denemede CAA, en yüksek KY15 grubunda 15.73 ± 0.81 g olarak tespit edilmişken, bu değeri 13.88 ± 2.36 ile KY1 grubu izlemiştir ancak iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$). KY0 grubu 8.04 ± 1.71 g ile en düşük canlı ağırlık artışını temsil etmektedir. CAA bakımından kontrol grubu ile KY15 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Deneme süresince yalnızca KY0 (YO, $\%93.33 \pm 6.67$) ve KY1 (YO, $\%93.33 \pm 6.67$) gruplarında ölüm gerçekleşmiştir ancak YO bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

Deneme sonunda SBO incelendiğinde, en yüksek değer KY15 grubunda ($\%1.38 \pm 0.06$) tespit edilirken bu değer KY0, KY1, KY5 ve KY10 grupları için sırasıyla $\%0.76 \pm 0.15$, $\%1.24 \pm 0.19$, $\%1.05 \pm 0.11$, $\%0.88 \pm 0.11$ olarak tespit edilmiştir. SBO bakımından KY0 grubu ile KY15 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

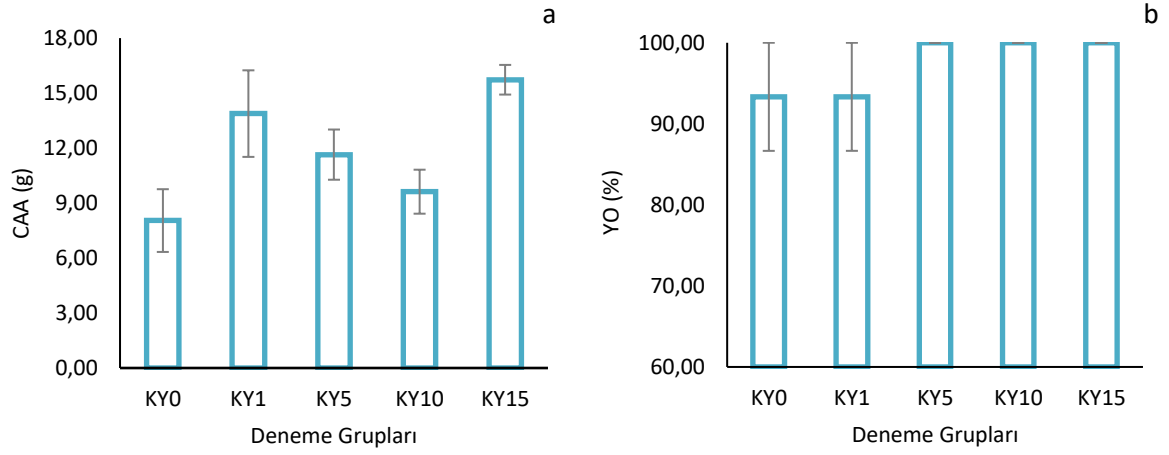
Deneme sonunda OBO incelendiğinde en yüksek değer KY15 grubunda ($\%31.91 \pm 1.55$), en düşük değer ise KY0 grubunda ($\%16.42 \pm 3.49$) tespit edilmiştir ve bu gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Deneme sonunda KF bakımından deneme grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Deneme sonunda HSI incelendiğinde en yüksek değer $\%1.78 \pm 0.03$ ile KY0 grubunda, en düşük değer ise $\%1.58 \pm 0.01$ ile KY10 grubunda tespit edilmiştir. HSI bakımından, KY0 grubu ile KY10 ve KY15 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

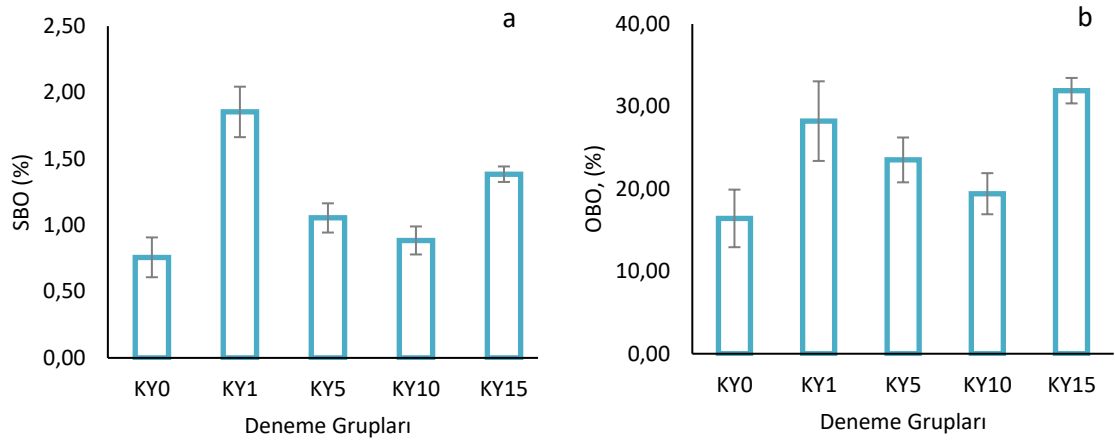
Çizelge 5.1. Ön çalışmaya ait büyüme parametrelerine ilişkin bulgular

	KY0	KY1 (1g/kg)	KY5 (5 g/kg)	KY10 (10 g/kg)	KY15 (15 g/kg)
Deneme başı	49.20±0.20	49.20±0.12	49.47±0.07	49.60±0.23	49.27±0.18
Deneme sonu	57.04±1.71 ^a	63.08±2.32 ^{ab}	61.14±1.47 ^{ab}	59.22±0.99 ^{ab}	64.99±0.96 ^b
CAA	8.04±1.71 ^a	13.88±2.36 ^{ab}	11.64±1.37 ^{ab}	9.62±1.20 ^{ab}	15.73±0.81 ^b
YO (%)	93.33±6.67 ^a	93.33±6.67 ^a	100.00±0.0 ^a	100.00±0.0 ^a	100.00±0.0 ^a
SBO (%)	0.76±0.15 ^a	1.24±0.19 ^{ab}	1.05±0.11 ^{ab}	0.88±0.11 ^{ab}	1.38±0.06 ^b
OBO (%)	16.42±3.49 ^a	28.22±4.83 ^{ab}	23.51±2.72 ^{ab}	19.42±2.49 ^{ab}	31.91±1.55 ^b
KF	1.10±0.06 ^a	1.16±0.03 ^a	1.13±0.01 ^a	1.07±0.02 ^a	1.12±0.01 ^a
HSI (%)	1.78±0.03 ^b	1.75±0.09 ^{ab}	1.65±0.06 ^{ab}	1.58±0.01 ^a	1.60±0.02 ^a
VSI (%)	8.72±0.19 ^a	9.33±0.41 ^a	8.62±0.04 ^a	7.65±0.43 ^a	8.92±0.26 ^a

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı satırda farklı üssel harflerle (a, b, c) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). CAA: Canlı Ağırlık Artışı, YO: Yaşama Oranı, SBO: Spesifik Büyüme Oranı, OBO: Oransal Büyüme Oranı, KF: Kondisyon Faktörü, HSI: Hepatosomatik İndeks, VSI: Viserosomatik İndeks)

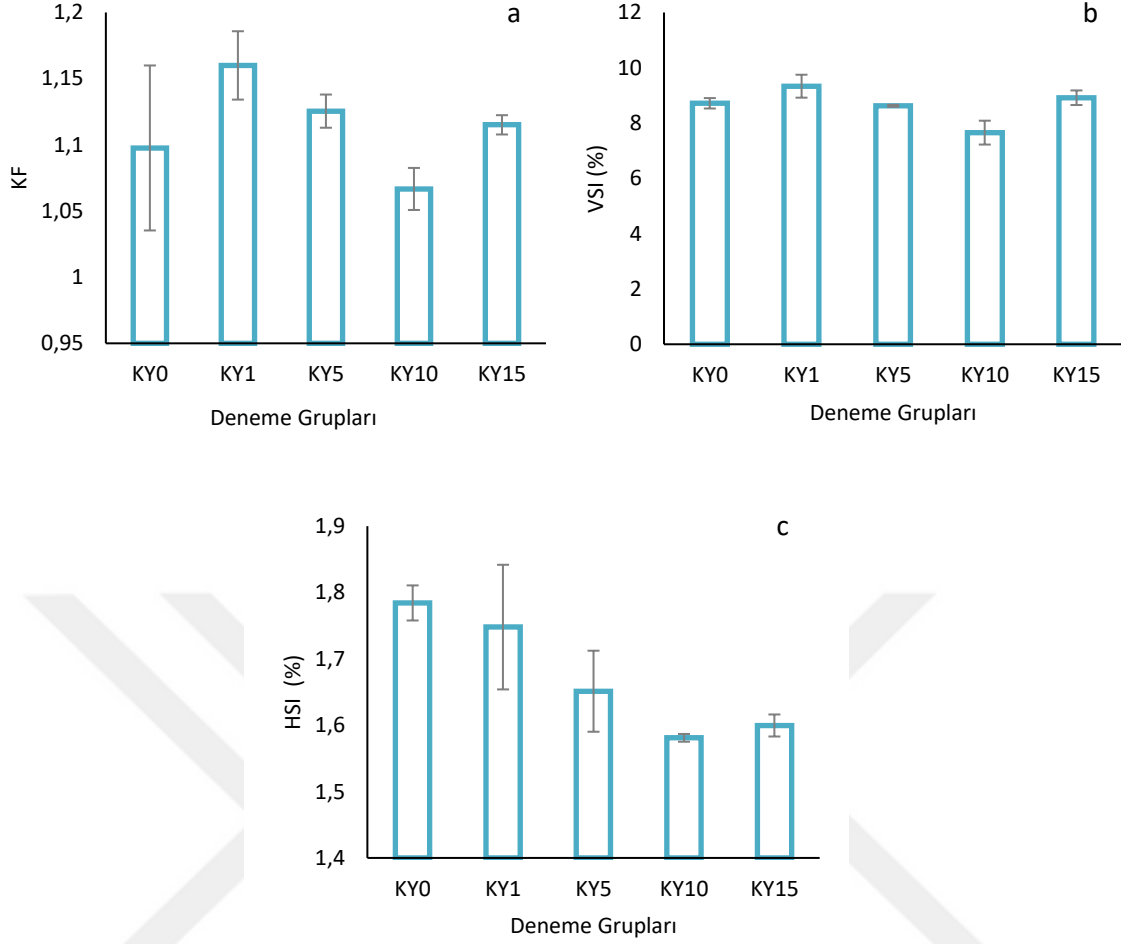


Şekil 5.1. Ön çalışma sonucunda deneme gruplarının a) canlı ağırlık artışları (CAA, g) b) yaşama oranları (YO, %)



Şekil 5.2. Ön çalışma sonucunda deneme gruplarının a) spesifik büyüme (SBO, %) ve b) oransal büyüme oranları (OBO, %)

VSI değeri deneme sonunda KY0, KY1, KY5, KY10 ve KY15 grupları için sırasıyla 8.72 ± 0.19 , 9.33 ± 0.41 , 8.62 ± 0.04 , 7.65 ± 0.43 , 8.92 ± 0.26 olarak tespit edilmiştir. VSI bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$).



Şekil 5.3. Ön çalışma sonucunda deneme gruplarının a) kondisyon faktörü (KF), b) hepatosomatik indeks (HSI, %) ve c) viserosomatik indeks değerleri (VSI, %)

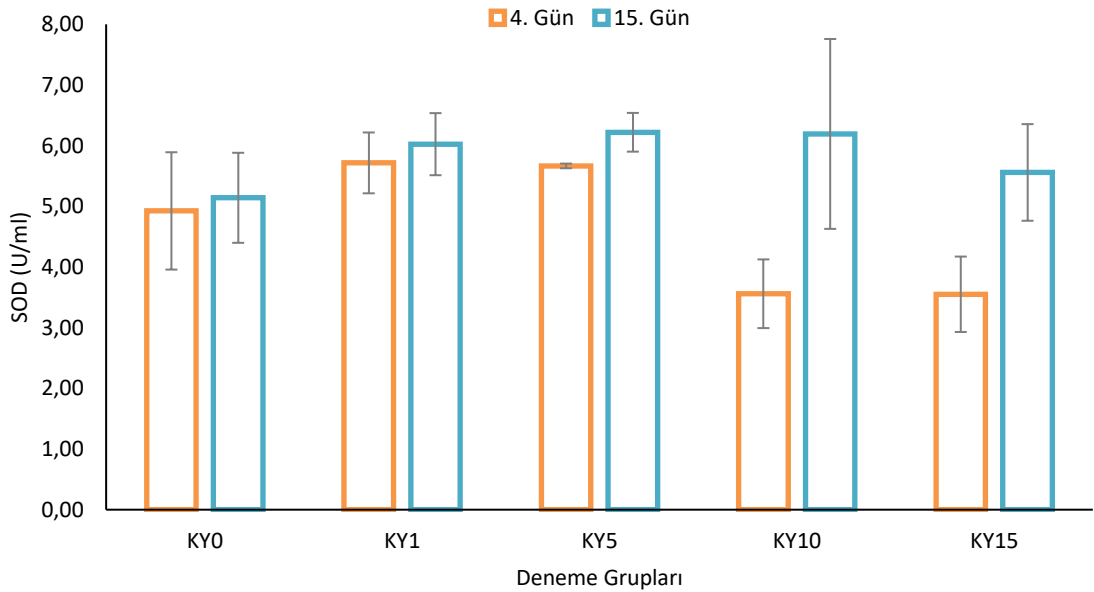
5.1.3. Ön Çalışmaya Ait Enzim Analizlerine İlişkin Bulgular

Kan serumundaki enzim analizlerine ilişkin bulgular Çizelge 5.2 ve Şekil 5.4'te verilmiştir. Denemede 4. gün alınan kan serumundaki SOD miktarı bakımından en yüksek değer KY1 grubunda (5.72 ± 0.50 U/ml), en düşük değer ise KY15 grubunda (3.55 ± 0.62 U/ml) tespit edilmiş olup KY1 ile KY5 ve KY10 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). 15. gün örneklenen kan serumundaki (Deneme sonu) SOD miktarı incelendiğinde ise bu sıralama değişerek en yüksek değer 6.22 ± 0.32 U/ml ile KY5 grubunda, en düşük değer ise 5.14 ± 0.74 U/ml ile KY0 grubunda tespit edilmiştir. SOD miktarı bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$). 15. gün alınan kanda SOD değeri 4. güne oranla tüm gruplarda artış göstermiştir.

Çizelge 5.2. Ön çalışma sonucunda balıkların kanındaki SOD ve CAT enzim analizlerine ilişkin bulgular

	4.gün		15.gün	
	SOD (U/ml)	CAT (nmol/min/ml)	SOD (U/ml)	CAT (nmol/min/ml)
KY0	4.92±0.97 ^{ab}	284.94±33.82 ^a	5.14±0.74 ^a	242.62±28.15 ^a
KY1	5.72±0.50 ^b	234.06±11.47 ^a	6.02±0.51 ^a	208.87±10.73 ^a
KY5	5.67±1.32 ^{ab}	234.61±30.78 ^a	6.22±0.32 ^a	203.07±7.00 ^a
KY10	3.56±0.57 ^a	245.39±27.97 ^a	6.19±1.57 ^a	243.05±15.42 ^a
KY15	3.55±0.62 ^a	231.35±25.70 ^a	5.56±0.80 ^a	257.31±14.88 ^a

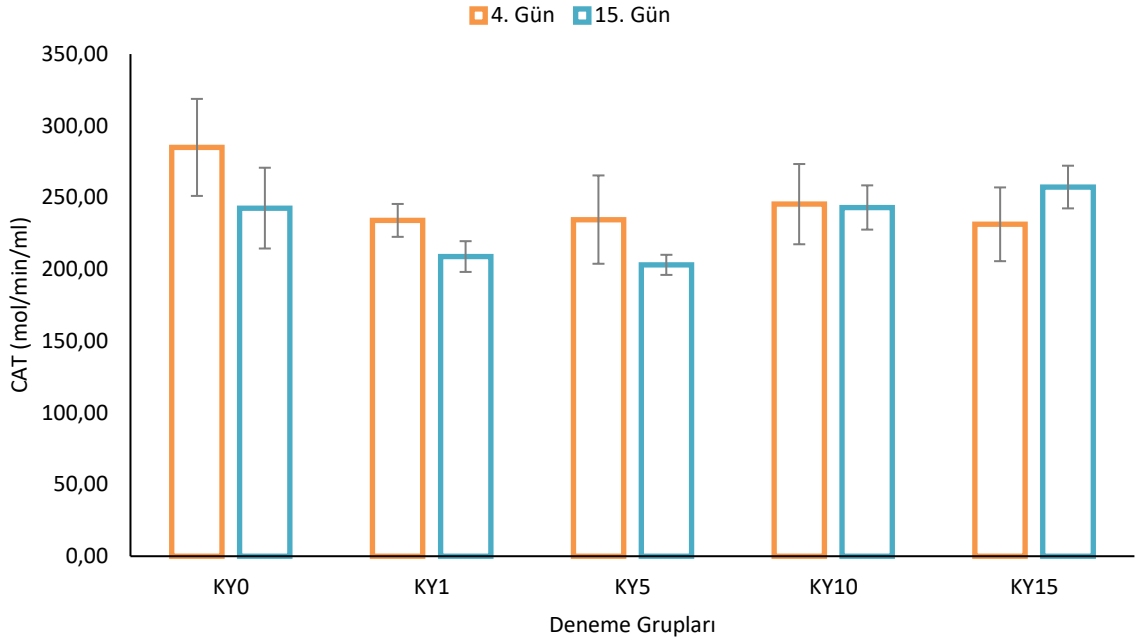
Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üssel harflerle (a, b, c) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). SOD: Süperoksit dismutaz, CAT: Katalaz)



Şekil 5.4. Ön çalışma başlangıcında ve sonunda balıkların kan serumundaki süperoksit dismutaz enzim aktivitesi (SOD, U/ml)

4. gün alınan kan serumundaki CAT miktarı incelendiğinde en yüksek değer KY0 grubunda (284.94±33.82 nmol/min/ml), en düşük değer ise KY15 grubunda (231.35±25.70 nmol/min/ml) tespit edilmiştir ancak gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur (p>0.05). 15. gün örneklenen kan serumundaki CAT

miktarı incelendiğinde ise en yüksek değer 257.31 ± 14.88 nmol/min/ml ile KY15 grubunda tespit edilirken, en düşük değer 203.07 ± 7.00 nmol/min/ml olarak KY5 grubunda belirlenmiştir. CAT miktarı bakımından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).



Şekil 5.5. Ön çalışma başlangıcında ve sonunda balıkların kan serumundaki katalaz enzim aktivitesi (CAT, mol/min/ml)

Solungaç dokusundaki enzim aktivitesine ilişkin bulgular Çizelge 5.3 ve Şekil 5.6'da verilmiştir. 15. gün örneklenen solungaçtaki SOD miktarı incelendiğinde en yüksek değer 1.12 ± 0.14 U/ml ile KY5 grubunda, en düşük değer ise 0.39 ± 0.08 U/ml ile KY10 grubunda tespit edilmiştir. SOD miktarı bakımından KY1 ve KY10 grupları ile KY0 ve KY5 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Solungaç dokusundaki CAT miktarı incelendiğinde ise en yüksek değer KY1 (35.91 ± 1.22 mol/min/ml), en düşük değer ise KY10 (24.58 ± 3.51 mol/min/ml) gruplarında tespit edilmiştir. CAT miktarı bakımından KY1 ile KY0, KY10 ve KY15 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

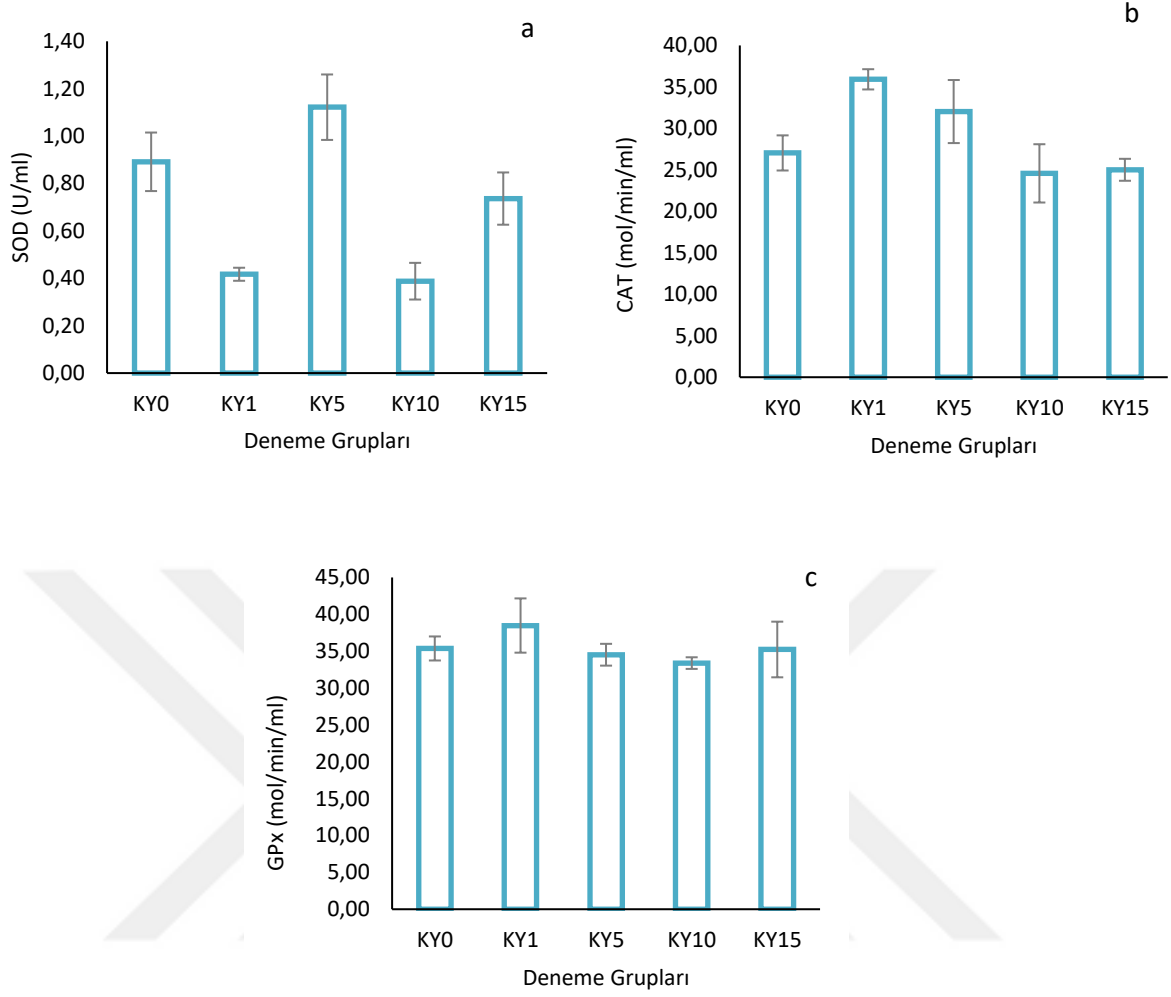
GPx miktarı bakımından en yüksek değer 38.48 ± 3.68 nmol/min/ml ile KY1, en düşük değer ise 33.39 ± 0.79 nmol/min/ml ile KY10 gruplarında tespit edilmiştir. GPx miktarı bakımından KY1 ve KY10 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Çizelge 5.3. Ön çalışma sonucunda balıkların solungaç dokusundaki antioksidan enzim analizlerine ilişkin bulgular

15.gün Solungaç	SOD (U/ml)	CAT (mol/min/ml)	GPx (nmol/min/ml)
KY0	0.89±0.12 ^b	27.04±2.12 ^{ac}	35.37±1.63 ^{ab}
KY1	0.42±0.03 ^a	35.91±1.22 ^b	38.48±3.68 ^b
KY5	1.12±0.14 ^b	32.03±3.80 ^{bc}	34.52±1.48 ^{ab}
KY10	0.39±0.08 ^a	24.58±3.51 ^{ac}	33.39±0.79 ^a
KY15	0.74±0.11 ^{ab}	25.01±1.32 ^a	35.23±3.77 ^{ab}

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üssel harflerle (a, b, c) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). SOD: Süperoksit dismutaz, CAT: Katalaz, GPx: Glutasyon peroksidaz.

Ön çalışma sonucunda yeme katılan karayemiş yaprağı ekstraktının gökkuşağı alabalığı üzerinde herhangi bir toksik etkiye sebep olmadığı tespit edilmiştir. En yüksek canlı ağırlık artışı daha önce de belirtildiği gibi KY15 gruplarında belirlenmiştir. Ayrıca KY15 grubunda ölüm meydana gelmemiştir. Ön çalışma sonucunda elde edilen verilere dayanılarak akvaryum ortamında gerçekleştirilen bir sonraki uygulama çalışmasında yeme 15 g/kg yem oranında karayemiş yaprağı ekstraktı ilavesi yapılması uygun görülmüştür.



Şekil 5.6. Ön çalışma sonucunda balıkların solungaç dokusundaki a) süperoksit dismutaz (SOD, U/ml), b) katalaz (CAT, mol/min/ml) ve c) glutatyon peroksidaz (GPx, mol/min/ml) enzim aktiviteleri

5.2. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e İlişkin Bulgular

Akvaryum ortamında yürütülen çalışmada, su kalitesinin bozulmasıyla birlikte, denemenin 22. gününden itibaren sıcaklık uygulaması yapılan gruplarda (19 ve 21°C) yüksek miktarda ölüm meydana gelmiştir. K19 ve K21 gruplarında bulunan bireyler su kalitesindeki bozulmayı tolere edememiş ve bu gruplarda %100 ölüm meydana gelmiştir. Bunun sonucunda K19 ve K21 gruplarında deneme sonlandırılmış ve stokta bulunan balıklarla daha sonra yeni bir deneme kurulmuştur. Bulgular bölümü içerisinde K19 ve K21 grupları için verilen değerler, 2. deneme kurulumundan elde edilen verilerdir.

5.2.1. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Su Parametrelerine İlişkin Bulgular

Akvaryum ortamında uygulama çalışmasında elde edilen sıcaklık, çözülmüş oksijen ve pH değerleri Çizelge 5.4'te görülmektedir. Ortalama su sıcaklığı K15, D15, K19, D19, K21 ve D21 grupları için sırasıyla 14.70 ± 0.19 , 14.88 ± 0.17 , 19.02 ± 0.23 , 19.05 ± 0.29 , 21.14 ± 0.43 ve $21.22\pm0.25^{\circ}\text{C}$ olarak tespit edilmiştir.

Oksijen çözünürlüğü değerleri ise K15, D15, K19, D19, K21 ve D21 grupları için sırasıyla 8.21 ± 0.18 , 8.20 ± 0.18 , 7.78 ± 0.10 , 7.66 ± 0.09 , 7.30 ± 0.12 ve 7.32 ± 0.08 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Sudaki pH değerleri K15, D15, K19, D19, K21 ve D21 grupları için sırasıyla 8.18 ± 0.23 , 8.22 ± 0.22 , 8.18 ± 0.02 , 8.30 ± 0.14 , 8.11 ± 0.06 ve 8.30 ± 0.14 olarak tespit edilmiştir.

Sıcaklık, oksijen ve pH değerleri bakımından grupların kendi içinde istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($p>0.05$)

Çizelge 5.4. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait su parametrelerine ilişkin bulgular

Grup	Su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	Oksijen (mg/L)	pH
K15	14.70 ± 0.19	8.21 ± 0.18	8.18 ± 0.26
D15	14.88 ± 0.17	8.20 ± 0.18	8.22 ± 0.25
K19	19.02 ± 0.23	7.78 ± 0.10	8.18 ± 0.02
D19	19.05 ± 0.29	7.66 ± 0.09	8.30 ± 0.14
K21	21.14 ± 0.43	7.30 ± 0.12	8.11 ± 0.06
D21	21.22 ± 0.25	7.32 ± 0.08	8.30 ± 0.14

Her değer ortalama $\pm$ standart hatayı ifade etmektedir.

5.2.2. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Büyüme Performansı ve Yaşama Oranına İlişkin Bulgular

Deneme başı ve sonunda grupların ortalama canlı ağırlık, CAA, SBO, OBO ve YO'ya ilişkin bulgular Çizelge 5.5'te verilmiştir.

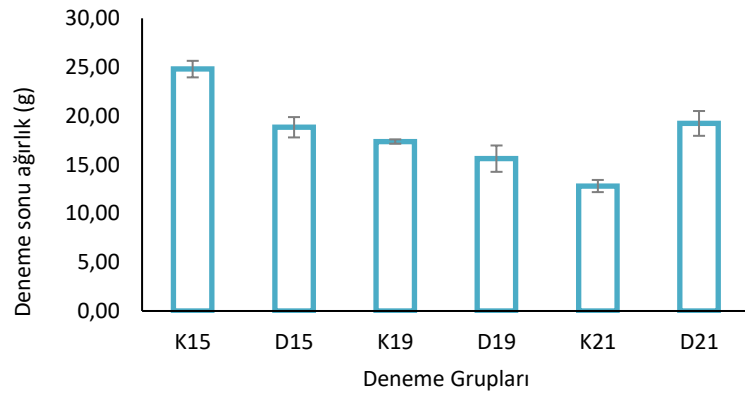
Çizelge 5.5. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait büyüme parametrelerine ilişkin bulgular

Deneme	Canlı Ağırlık (g)		CAA	SBO	OBO	YO
Grupları	Deneme Başı	Deneme Sonu	(g)	(%)	(%)	(%)
K15	6.05±0.00	24.79±0.85 ^d	18.74±0.85 ^d	3.06±0.07 ^c	309.65±13.94 ^c	96.67±0.00 ^d
D15	6.05±0.00	18.83±1.04 ^{bc}	12.78±1.04 ^{bc}	2.46±0.12 ^b	211.20±17.18 ^{bc}	91.11±2.22 ^c
K19	6.05±0.00	17.37±0.22 ^b	11.32±0.22 ^b	2.24±0.03 ^b	187.071±3.68 ^b	74.44±2.94 ^b
D19	6.05±0.00	15.61±1.35 ^{bc}	9.56±1.35 ^{bc}	2.00±0.18 ^{ab}	157.95±22.34 ^{ab}	73.33±1.93 ^b
K21	6.05±0.00	12.81±0.62 ^a	6.76±0.62 ^a	1.47±0.09 ^a	111.63±10.26 ^a	75.56±7.78 ^{ab}
D21	6.05±0.00	19.23±1.27 ^c	13.17±1.27 ^c	2.26±0.13 ^b	217.62±21.00 ^{bc}	65.56±1.11 ^a

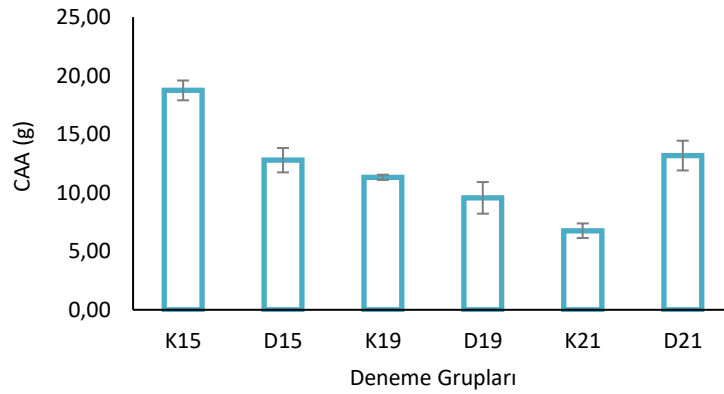
Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). CAA: Canlı Ağırlık Artışı, SBO: Spesifik Büyüme Oranı, OBO: Oransal Büyüme Oranı, YO: Yaşama Oranı

Deneme başında ortalama canlı ağırlıklar, K15, D15, K19, D19, K21 ve D21 gruplarının tamamında 6.05 ± 0.00 g olarak tespit edilmiş olup gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Deneme sonunda ise ortalama canlı ağırlık değeri en yüksek 24.79 ± 0.85 g ile K15 grubunda, en düşük değer ise 12.81 ± 0.62 g ile K21 grubunda tespit edilmiştir (Şekil 5.7). Deneme sonu ortalama canlı ağırlıklar bakımından K15 ve K21 grupları ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

CAA değerleri bakımından en yüksek değer, K15 grubunda (18.74 ± 0.85 g), en düşük değer ise K21 grubunda (6.76 ± 0.62 g) elde edilmiştir. D15, K19, D19 ve D21 grupları için CAA değeri sırasıyla, 12.78 ± 1.04 , 11.32 ± 0.22 , 9.56 ± 1.35 ve 13.17 ± 1.27 g olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.8). CAA bakımından K15 ve K21 ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

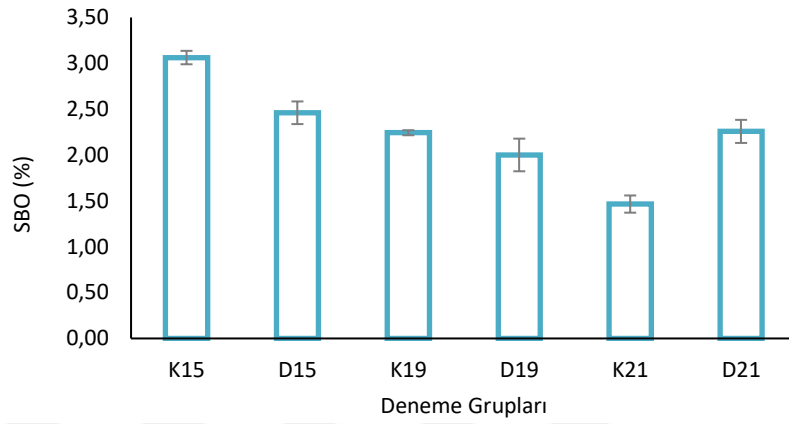


Şekil 5.7. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının deneme sonu ortalama ağırlıkları (g)



Şekil 5.8. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının canlı ağırlık artışları (CAA, g)

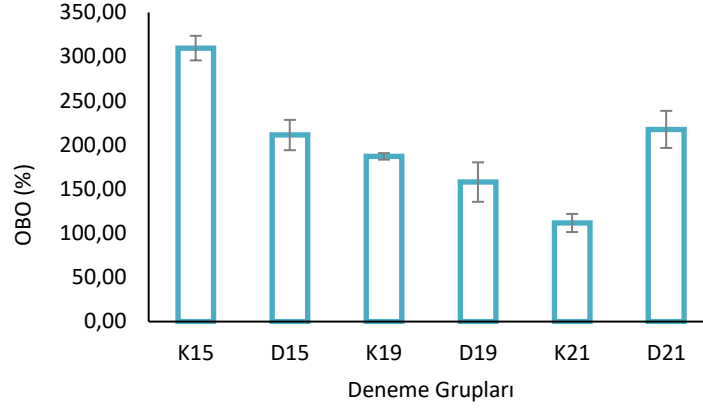
Deneme sonunda SBO, K15, D15, K19, D19, K21 ve D21 grupları için sırasıyla $\%3.06 \pm 0.07$, $\%2.46 \pm 0.12$, $\%2.24 \pm 0.03$, $\%2.00 \pm 0.18$, $\%1.47 \pm 0.09$ ve $\%2.26 \pm 0.13$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.9). SBO bakımından, K15 ve diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Ayrıca K21 ile K15, D15, K19 ve D21 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).



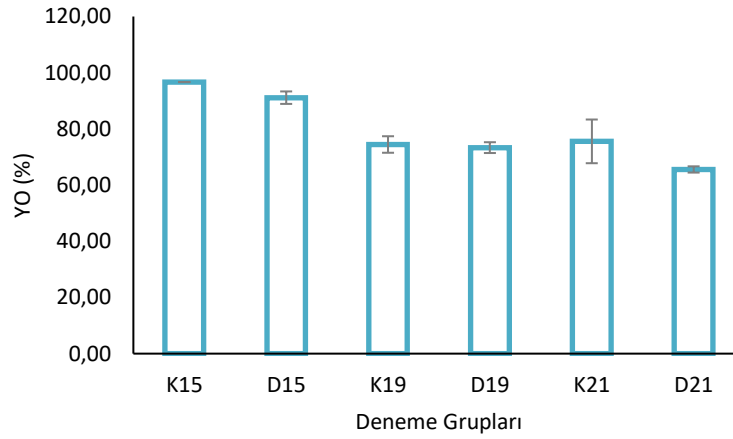
Şekil 5.9. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının spesifik büyüme oranları (SBO, %)

OBO bakımından deneme sonunda elde edilen veriler incelendiğinde, K15, D15, K19, D19, K21 ve D21 grupları için sırasıyla, $\%309.65 \pm 13.94$, $\%211.20 \pm 17.18$, $\%187.071 \pm 3.68$, $\%157.95 \pm 22.34$, $\%111.63 \pm 10.26$ ve $\%217.62 \pm 21.00$ olarak tespit edilmiş olup OBO bakımından K15 ile K19, D19, K21 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Ayrıca K21 grubu ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$) (Şekil 5.10).

Deneme sonunda YO bakımından $\%96.67 \pm 0.00$ ile K15 grubu ilk sırada yer almaktadır. K15 grubunu sırasıyla D15 ($\%91.11 \pm 2.22$), K21 ($\%75.56 \pm 7.78$), K19 ($\%74.44 \pm 2.94$), D19 ($\%73.33 \pm 1.93$) ve D21 ($\%65.56 \pm 1.93$) grupları takip etmektedir (Şekil 5.11). YO bakımından K15 ve D15 grupları ile K19, D19, K21 ve D21 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).



Şekil 5.10. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının oransal büyüme oranları (OBO, %)



Şekil 5.11. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının yaşama oranı değerleri (YO, %)

5.2.3. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Yem Tüketimine İlişkin Bulgular

Deneme sonunda grupların toplam yem tüketimi Çizelge 5.6'da verilmiştir. En yüksek toplam yem tüketimi 290.55 ± 8.67 g ile K15 grubunda tespit edilirken D15, K19, D19, K21 ve D21 grupları için bu değer sırasıyla 201.26 ± 7.08 , 205.85 ± 8.11 , 136.90 ± 10.38 , 141.89 ± 12.44 ve 140.14 ± 7.89 g olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.12). K15 grubu ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Ayrıca D19, K21 ve D21 grupları ile D15 ve K19 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

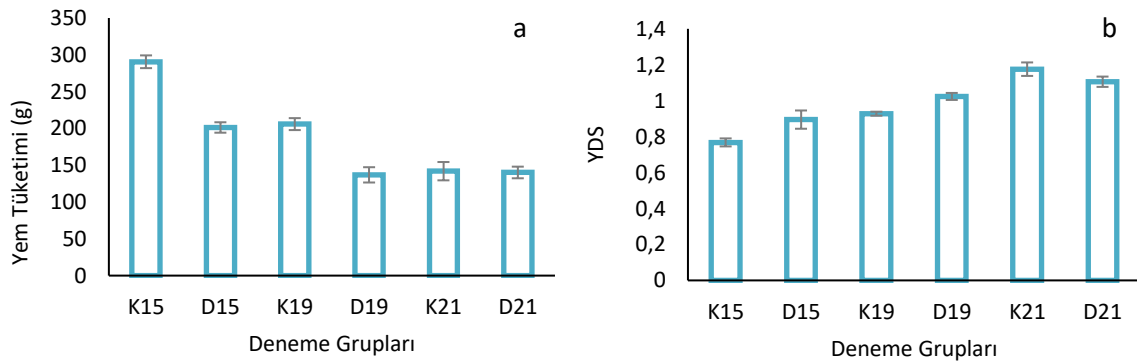
Deneme sonunda YDS K15, D15, K19, D19, K21 ve D21 grupları için sırasıyla 0.77 ± 0.02 , 0.90 ± 0.05 , 0.93 ± 0.01 , 1.02 ± 0.02 , 1.18 ± 0.04 ve 1.11 ± 0.03 olarak tespit

edilmiş olup K15 ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca K21 ile K15, D15, K19, D19 grupları arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Şekil 5.12).

Çizelge 5.6. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait yem tüketimi (g) ve yem değerlendirme sayısına (YDS) ilişkin bulgular

Deneme Grupları	Yem Tüketimi (g)	YDS
K15	290.55±8.67 ^c	0.77±0.02 ^a
D15	201.26±7.08 ^b	0.90±0.05 ^{bc}
K19	205.85±8.11 ^b	0.93±0.01 ^b
D19	136.90±10.38 ^a	1.02±0.02 ^{cd}
K21	141.89±21.55 ^a	1.18±0.04 ^e
D21	140.14±7.89 ^a	1.11±0.03 ^{de}

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üssel harflerle (a, b, c, d, e) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$). YDS: Yem değerlendirme sayısı.



Şekil 5.12. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının a) yem tüketim değerleri (g) ve b) yem değerlendirme sayıları (YDS)

5.2.4. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Viserosomatik İndeks (VSI), Hepatosomatik İndeks (HSI), Karkas Verimi (KV) ve Kondisyon Faktörüne (KF) İlişkin Bulgular

Deneme başı ve sonunda elde edilen, VSI, HSI, KV ve KF değerlerine ilişkin bulgular Çizelge 5.7, Şekil 5.13 ve 5.14'te gösterilmiştir.

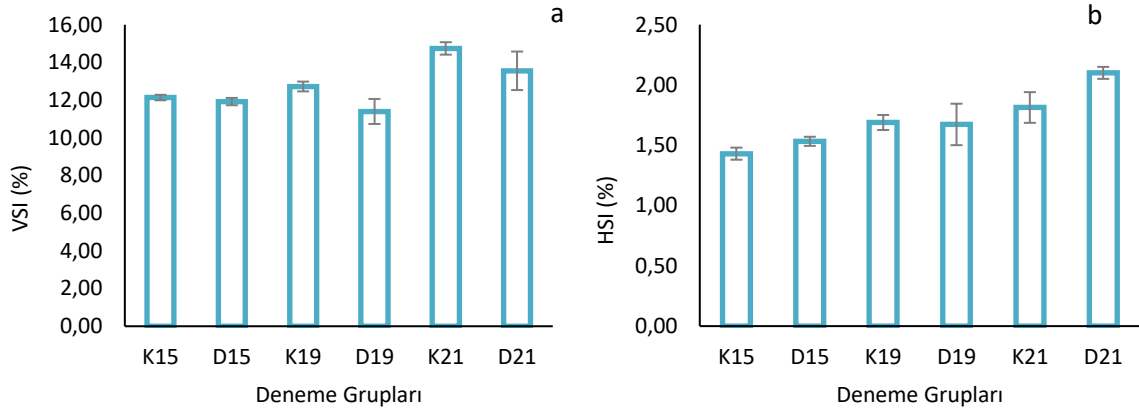
Deneme sonunda VSI değerleri, K15, D15, K19, D19, K21 ve D21 grupları için sırasıyla %12.14±0.14, %11.92±0.19, %12.72±0.26, %11.40±0.66, %14.74±0.33 ve

%13.56±1.02 olarak tespit edilmiştir. K21 grubu ile K15, D15 ve D19 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 5.7. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarında VSI, HSI, KV ve KF'ye ilişkin bulgular

	VSI (%)	HSI (%)	KV (%)	KF
K15	12.14±0.14 ^a	1.43±0.05 ^a	37.74±0.34 ^d	1.18±0.01 ^a
D15	11.92±0.19 ^a	1.53±0.04 ^a	31.93±1.00 ^a	1.21±0.02 ^{ab}
K19	12.72±0.26 ^{ab}	1.69±0.06 ^{ab}	33.61±0.79 ^{abc}	1.25±0.02 ^{ab}
D19	11.40±0.66 ^a	1.67±0.17 ^{ab}	32.99±0.25 ^a	1.26±0.03 ^{bc}
K21	14.74±0.33 ^b	1.81±0.13 ^{ab}	34.22±0.14 ^b	1.34±0.01 ^c
D21	13.56±1.02 ^{ab}	2.10±0.05 ^b	36.83±1.45 ^{cd}	1.25±0.01 ^{ab}

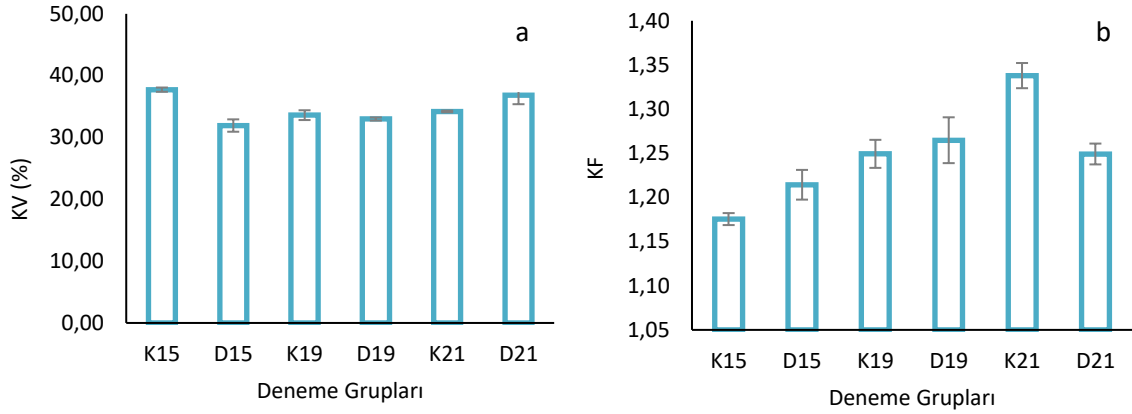
Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütun farklı üssel harflerle (a, b, c, d) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$). VSI: Viserosomatik indeks, HSI: Hepatosomatik indeks, KV: Karkas verimi, KF: Kondisyon Faktörü



Şekil 5.13. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının a) viserosomatik indeks (VSI, %) ve b) hepatosomatik indeks (HSI, %) değerleri

Deneme sonunda en yüksek HSI değeri %2.10±0.05 ile D21 grubunda gözlenirken en düşük HSI ise %1.43±0.05 ile K15 grubundan elde edilmiştir. D15, K19, D19 ve K21 grupları için HSI değerleri sırasıyla, %1.53±0.04, %1.69±0.06, %1.67±0.17 ve %1.81±0.13 olarak tespit edilmiştir. D21 ile K15 ve D15 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

KV bulguları incelendiğinde en yüksek değer 37.74 ± 0.34 ile K15 grubunda tespit edilirken, en düşük değer ise 31.93 ± 1.00 ile D15 grubunda tespit edilmiştir. KV bakımından K15 ile D15, K19, D19 ve K21 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).



Şekil 5.14. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının a) karkas verimi (KV, %) ve b) kondisyon faktörü (KF) değerleri

KF değerleri gruplar için sırasıyla 1.18 ± 0.01 , 1.21 ± 0.02 , 1.25 ± 0.02 , 1.26 ± 0.03 , 1.34 ± 0.01 ve 1.25 ± 0.01 olarak tespit edilmiş olup K15 ile D19 ve K21 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Ayrıca K21 ile K15, D15, K19 ve D21 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

5.2.5. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Biyokimyasal Kompozisyona İlişkin Bulgular

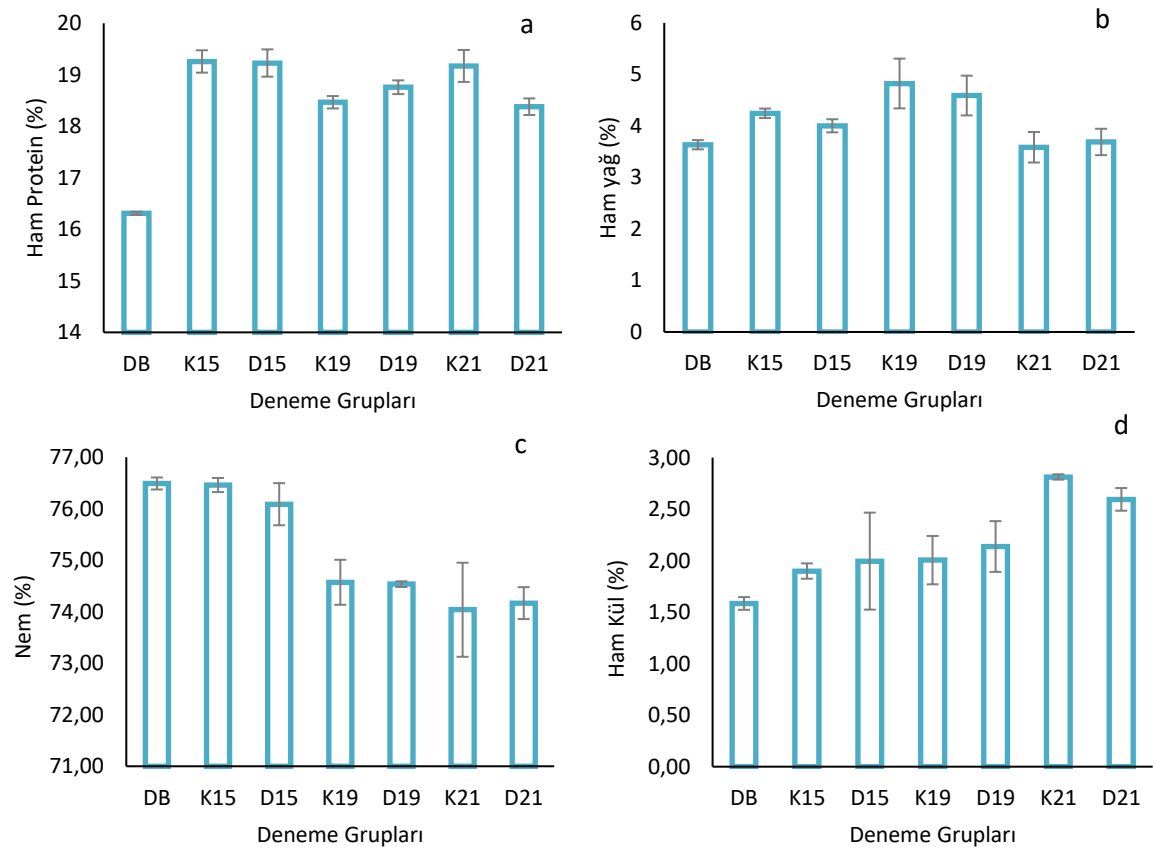
Deneme sonunda balık etinde ham protein, ham yağ, ham kül ve nem oranı belirlenmiştir. Balık etinin biyokimyasal kompozisyonuna ilişkin bulgular Çizelge 5.8 ve Şekil 5.15'te verilmiştir.

Deneme sonunda balık etinde yapılan ham protein analizinin sonuçlarına bakıldığında, en düşük değer 18.38 ± 0.16 ile D21 grubunda, en yüksek değer ise 19.26 ± 0.22 ile K15 grubunda tespit edilmiştir. Ham protein bakımından deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p > 0.05$). Deneme başı örneklerindeki ham protein oranı (16.31 ± 0.03) ile deneme grupları arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Çizelge 5.8. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait balık etinin biyokimyasal kompozisyonu

Grup	Ham Protein	Ham yağ	Ham kül	Nem
Deneme Başı	16.31±0.03 ^a	3.64±0.09 ^a	1.58±0.06 ^a	76.49±0.12 ^b
K15	19.26±0.22 ^b	4.24±0.09 ^a	1.90±0.07 ^b	76.46±0.14 ^b
D15	19.23±0.26 ^b	4.00±0.13 ^a	1.99±0.47 ^{abd}	76.09±0.41 ^{bc}
K19	18.47±0.12 ^b	4.82±0.48 ^a	2.00±0.23 ^{ab}	74.57±0.44 ^a
D19	18.76±0.13 ^b	4.59±0.39 ^a	2.14±0.25 ^{bc}	74.54±0.06 ^a
K21	19.17±0.31 ^b	3.59±0.30 ^a	2.81±0.03 ^d	74.04±0.91 ^{ac}
D21	18.38±0.16 ^b	3.69±0.26 ^a	2.59±0.11 ^{cd}	74.17±0.31 ^a

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütun farklı üssel harflerle (a, b, c, d) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).



Şekil 5.15. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının a) ham protein (%), b) ham yağ (%), c) nem (%) ve d) ham kül (%) oranları

Deneme gruplarında balık etindeki ham yağ oranı değerleri, K15, D15, K19, D19, K21 ve D21 grupları için sırasıyla %4.24±0.09, %4.00±0.13, %4.82±0.48, %4.59±0.39,

%3.59±0.30 ve %3.69±0.26 olarak tespit edilmiştir. Ham yağ değerleri bakımından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Balık etindeki ham kül oranı incelendiğinde, K21 grubunun deneme başı, K15, K19 ve D19 grupları ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Balık etindeki nem oranı incelendiğinde, gruplar arasındaki en yüksek nem oranı K15 grubunda %76.46±0.14 olarak tespit edilirken, en düşük nem oranı K21 grubunda %74.04±0.91 olarak belirlenmiştir. Balık etindeki nem oranı bakımından K15 grubunun K19, D19, K21 ve D21 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

5.2.6. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Antioksidan Enzim Aktivitelerine İlişkin Bulgular

Bu çalışmada süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) enzim miktarları deneme başı (0.gün), 15, 30 ve 45. günlerde örneklenen karaciğer dokusunda tespit edilmiştir.

5.2.6.1. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Süperoksit Dismutaz (SOD) Enzim Aktivitesi

SOD enzim miktarının günler ve gruplara göre değişimi Çizelge 5.9 ve Şekil 5.16'da görülmektedir. K19 ve K21 gruplarında su kalitesinin bozulması nedeniyle ölüm gözlemlendiği için bu gruplar için yeniden deneme kurulmuştur ancak yeniden kurulan çalışmadan elde edilen analiz sonuçlarında gözlenen anlamsızlıklar nedeniyle bu verilere yer verilmemiştir. K19 ve K21 grupları için 0 ve 15. gün verilen enzim analiz sonuçları tamamında ölüm gözlenen ilk gruplardan elde edilen sonuçlardır.

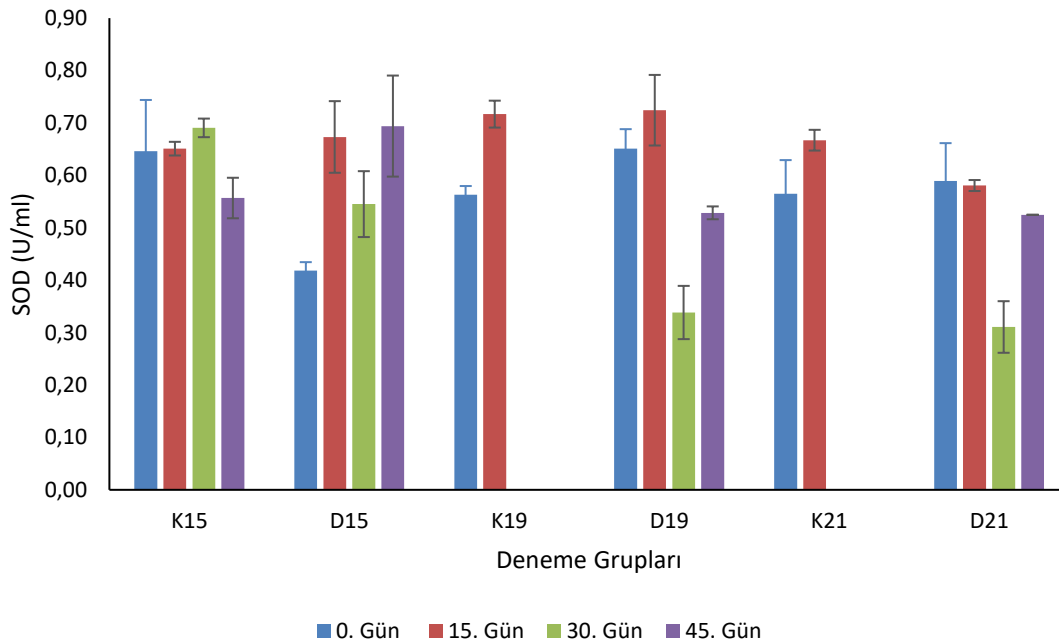
0. gün için SOD değerleri, K15 (0.65±0.10), D15 (0.42±0.02), K19 (0.56±0.02), D19 (0.65±0.04), K21 (0.57±0.06) ve D21 (0.59±0.07) olarak tespit edilmiştir. D15 ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

15. gün bulguları incelendiğinde ise SOD miktarları büyükten küçüğe sırasıyla K19 (0.72±0.03), D19 (0.72±0.07), D15 (0.67±0.07), K21 (0.67±0.02), K15 (0.65±0.01), D21 (0.58±0.01) olarak tespit edilmiştir. D21 ile K15, K19 ve D19 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 5.9. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının süperoksit dismutaz enzim miktarının (U/ml) örnekleme günü ve gruplara göre değişimi

SOD	Örnekleme günü			
	0.gün	15.gün	30.gün	45.gün
K15	0.65±0.10 ^{abBC}	0.65±0.01 ^{bB}	0.69±0.02 ^{abB}	0.56±0.04 ^{aA}
D15	0.42±0.02 ^{aA}	0.67±0.07 ^{aAB}	0.55±0.06 ^{aB}	0.69±0.10 ^{aA}
K19	0.56±0.02 ^{aB}	0.72±0.03 ^{bB}	-	-
D19	0.65±0.04 ^{bBC}	0.72±0.07 ^{bB}	0.34±0.05 ^{aA}	0.53±0.01 ^{abA}
K21	0.57±0.06 ^{aC}	0.67±0.02 ^{bB}	-	-
D21	0.59±0.07 ^{bcBC}	0.58±0.01 ^{cA}	0.31±0.05 ^{aA}	0.52±0.00 ^{bA}

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı satırda farklı üssel (a, b, c) harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda farklı üssel (A, B, C) harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). SOD: Süperoksit dismutaz.



Şekil 5.16. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarının süperoksit dismutaz enzim miktarının (SOD, U/ml) örnekleme günü ve gruplara göre değişimi

30. gün için elde edilen verilere göre SOD miktarları K15, D15, D19 ve D21 grupları için sırasıyla 0.69±0.02, 0.55±0.06, 0.34±0.05 ve 0.31±0.05 U/ml olarak tespit edilmiş olup D15 ve K15 grupları ile D19 ve D21 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05).

45. gün verilerine bakıldığında en yüksek SOD miktarı 0.69 ± 0.10 U/ml ile D15 grubunda tespit edilmiş olup bu değeri K15 (0.56 ± 0.04), D19 (0.53 ± 0.01) ve D21 (0.52 ± 0.00) grupları izlemiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

SOD miktarları grup içinde incelendiğinde ise K15 grubunda başlangıçtan 45. güne azalma göstermiş olup 15. gün ile 45. gün arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

D15 grubunda SOD miktarı 0. günden 15. güne kadar artmış olup örneklem günleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

K19 grubunda 0. günden 15. güne kadar artış göstermiş olup bu iki örneklem günü arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

D19 grubunun SOD miktarı değişimi incelendiğinde ise 0. günden 30. güne kadar SOD miktarı önemli oranda azalmış olup 30. gün ile 0 ve 15. günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

K21 grubunda 0. günden 15. güne kadar artış göstermiş olup bu iki örneklem günü arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

D21 grubunda SOD miktarı değişimi incelendiğinde, 0. günden 30. güne kadar SOD önemli oranda azalmıştır. 30. günden 45. güne kadar ise artış gözlenmiştir. 30. gün ile 0. ve 15. günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Ayrıca 45. gün ile 15. arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

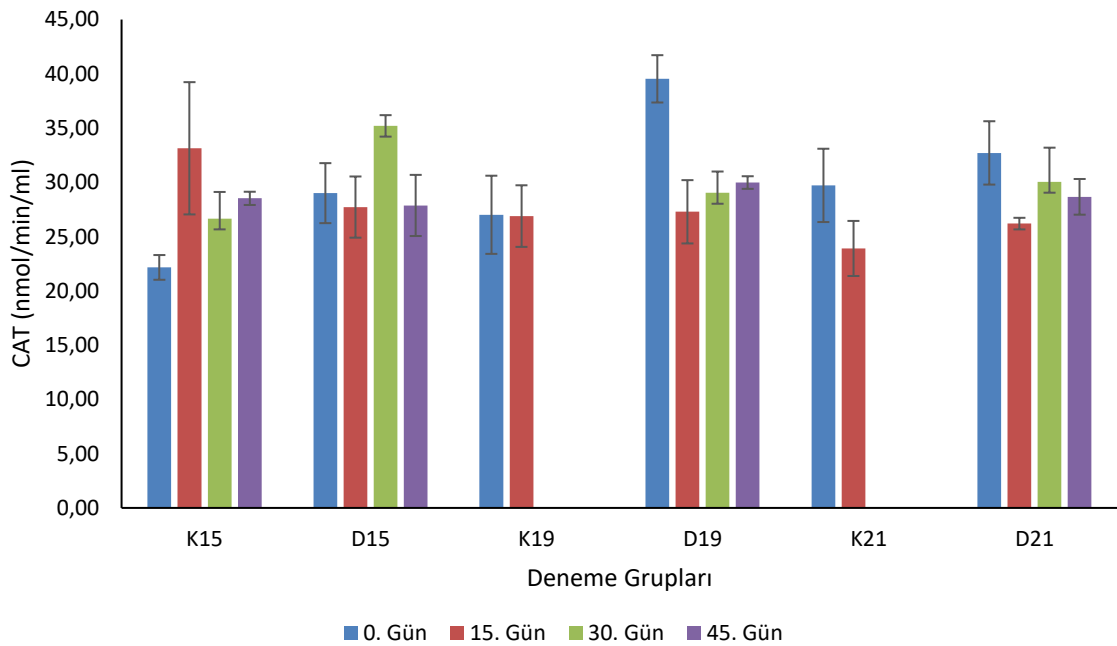
5.2.6.2. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Katalaz Enzim Aktivitesi (CAT)

CAT enzim miktarının günler ve gruplara göre değişimi Çizelge 5.10 ve Şekil 5.17'de görülmektedir. Buna göre 0. gün için gruplar arasında en yüksek değer 39.53 ± 2.18 nmol/min/ml ile D19 grubunda tespit edilirken en düşük değer 22.16 ± 1.14 nmol/min/ml ile K15 grubunda tespit edilmiştir. Ayrıca D15, K19, K21 ve D21 grupları için katalaz enzim miktarları sırasıyla 29.00 ± 2.76 , 27.01 ± 3.60 , 29.72 ± 3.38 ve 32.71 ± 1.94 nmol/min/ml olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Çizelge 5.10. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarında katalaz enzim miktarının (CAT, nmol/min/ml) örnekleme günü ve gruplara göre değişimi

CAT	Örnekleme			
	0.gün	15.gün	30.gün	45.gün
K15	22.16±1.14 ^{aA}	33.14±6.09 ^{bA}	26.66±2.45 ^{abA}	28.52±0.61 ^{bA}
D15	29.00±2.76 ^{aA}	27.72±2.82 ^{aA}	35.21±0.98 ^{bA}	27.87±2.82 ^{aA}
K19	27.01±3.60 ^{aA}	26.89±2.84 ^{aA}		
D19	39.53±2.18 ^{bA}	27.29±2.92 ^{aA}	29.03±1.97 ^{aA}	29.98±0.58 ^{aA}
K21	29.72±3.38 ^{bA}	23.91±2.54 ^{aA}		
D21	32.71±1.94 ^{aA}	26.20±0.53 ^{aA}	30.04±3.15 ^{aA}	28.66±1.64 ^{aA}

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı satırda farklı üssel (a, b, c) harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı sütunda farklı üssel (A, B, C) harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). CAT: Katalaz.



Şekil 5.17. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarında katalaz enzim miktarının (CAT, nmol/min/ml) örnekleme günü ve gruplara göre değişimi

15. günde elde edilen CAT enzimi miktarlarına göre K15, D15, K19, D19, K21 ve D21 grupları için sırasıyla 33.14±6.09, 27.72±2.82, 26.89±2.84, 27.29±2.92, 23.91±2.54 ve 26.20±0.53 nmol/min/ml olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05).

30. günde elde edilen CAT enzimi miktarlarına göre K15, D15, D19 ve D21 grupları için sırasıyla 26.66 ± 2.45 , 35.21 ± 0.98 , 29.03 ± 1.97 ve 30.04 ± 3.15 nmol/min/ml olarak tespit edilmiş olup gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

45. gün verilerine bakıldığında en yüksek CAT miktarı 29.98 ± 0.58 nmol/min/ml ile D19 grubunda tespit edilmiş olup bu değeri D21 (28.66 ± 1.64), K15 (28.52 ± 0.61) ve D15 (27.87 ± 2.82) grupları izlemiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

CAT miktarları grup içinde incelendiğinde ise K15 grubu için 0. günden 15. güne kadar artış göstermiş olup 0. gün ile 15 ve 45. günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

D15 grubunda CAT miktarı 0. günden 15. güne kadar, az miktarda azalmış olup 15. günden 30. güne kadar artış göstermiştir. 45. günde ise tekrar azalarak başlangıç seviyesinin altına düşmüştür. 30. gün ile diğer günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

K19 grubunda CAT miktarı örnekleme günleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

D19 grubunun CAT miktarı değişimi incelendiğinde ise 0. günden 15. güne kadar CAT miktarı azalmıştır. D19 grubu için 0. gün ile diğer günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

K21 grubunun CAT miktarı 0. Günden 15. Güne kadar azalmış olup 0 ve 15. Günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

D21 grubu CAT miktarı bakımından incelendiğinde 0. günden 15. güne kadar azalma gerçekleşmiş olup gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

5.2.6.3. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-1'e Ait Glutatyon Peroksidaz Enzim Aktivitesi (GPx)

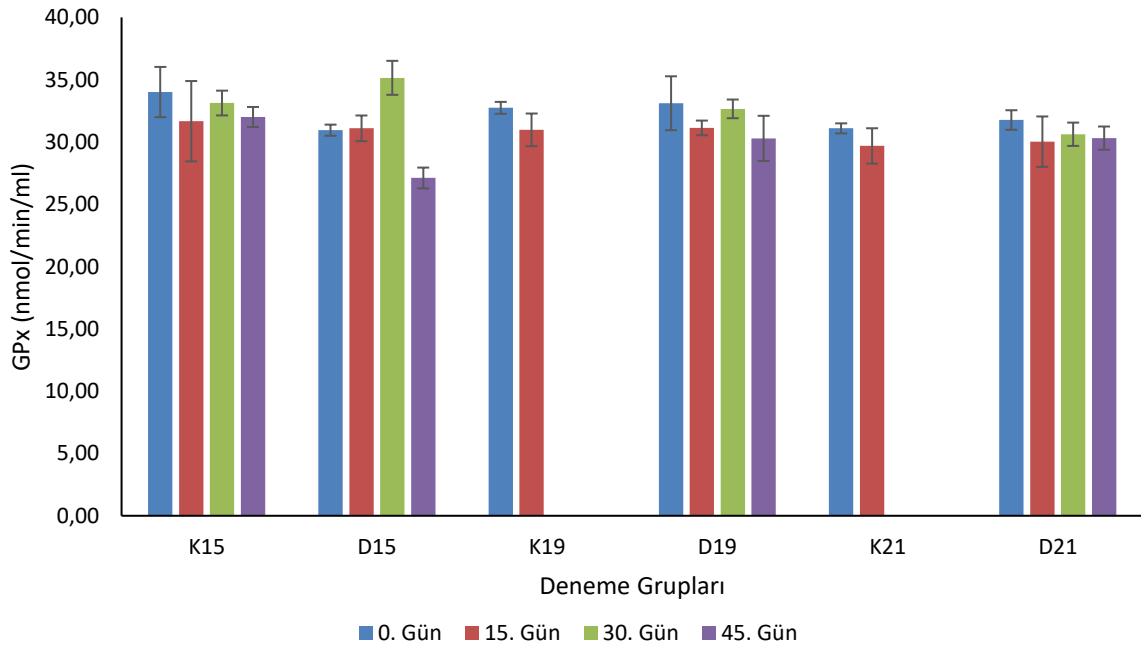
GPx enzim miktarının günler ve gruplara göre değişimi Çizelge 5.11 ve Şekil 5.18'de görülmektedir. Buna göre 0. gün için gruplar arasında en yüksek değer 34.01 ± 2.02 nmol/min/ml ile K15 grubunda tespit edilirken en düşük değer 30.94 ± 0.45 nmol/min/ml ile D15 grubunda tespit edilmiştir. Ayrıca K19, D19, K21 ve D21 grupları için GPx enzim miktarları sırasıyla 32.74 ± 0.48 , 33.11 ± 2.16 , 31.09 ± 0.40 ve 31.76 ± 0.79

nmol/min/ml olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 5.11. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarında glutatyon peroksidaz enzim miktarının (GPx, nmol/min/ml) örnekleme günü ve gruplara göre değişimi

GPx	Örnekleme			
	0.gün	15.gün	30.gün	45.gün
K15	34.01±2.02 ^{aA}	31.67±3.22 ^{aA}	33.12±0.99 ^{aA}	32.00±0.80 ^{aA}
D15	30.94±0.45 ^{aA}	31.10±1.03 ^{aA}	35.15±1.36 ^{aA}	27.11±0.84 ^{aA}
K19	32.74±0.48 ^{aA}	30.97±1.31 ^{aA}		
D19	33.11±2.16 ^{aA}	31.13±0.59 ^{aA}	32.66±0.75 ^{aA}	30.29±1.81 ^{aA}
K21	31.09±0.40 ^{bA}	29.68±1.42 ^{aA}		
D21	31.76±0.79 ^{aA}	30.02±2.02 ^{aA}	30.62±0.94 ^{aA}	30.31±0.93 ^{aA}

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üssel (a, b, c) harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Aynı satırda farklı üssel (A, B, C) harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$). GPx: Glutatyon peroksidaz.



Şekil 5.18. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'e ait deneme gruplarında glutatyon peroksidaz enzim miktarının (GPx, nmol/min/ml) örnekleme günü ve gruplara göre değişimi

15. günde elde edilen GPx miktarları K15, D15, K19, D19, K21 ve D21 grupları için sırasıyla 31.67 ± 3.22 , 31.10 ± 1.03 , 30.97 ± 1.31 , 31.13 ± 0.59 , 29.68 ± 1.42 ve 30.02 ± 2.02 nmol/min/ml olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

30. günde elde edilen GPx miktarları K15, D15, D19 ve D21 grupları için sırasıyla 33.12 ± 0.99 , 35.15 ± 1.36 , 32.66 ± 0.75 ve 30.62 ± 0.94 nmol/min/ml olarak tespit edilmiş olup gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

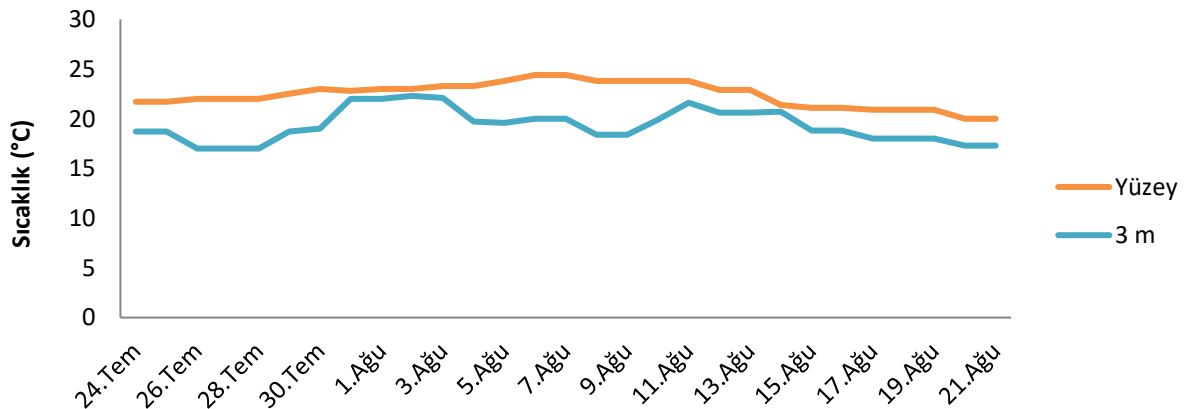
45. gün verilerine bakıldığında en yüksek GPx miktarı 32.00 ± 0.80 nmol/min/ml ile K15 grubunda tespit edilmiş olup bu değeri D21 (30.31 ± 0.93), D19 (30.29 ± 1.81) ve D15 (27.11 ± 0.84) grupları izlemiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Grup içi GPx miktarları incelendiğinde, örnekleme günleri arasında az miktarda artma veya azalma gözlenmiş olup yalnız K21 grubunda 0. ve 15. günleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

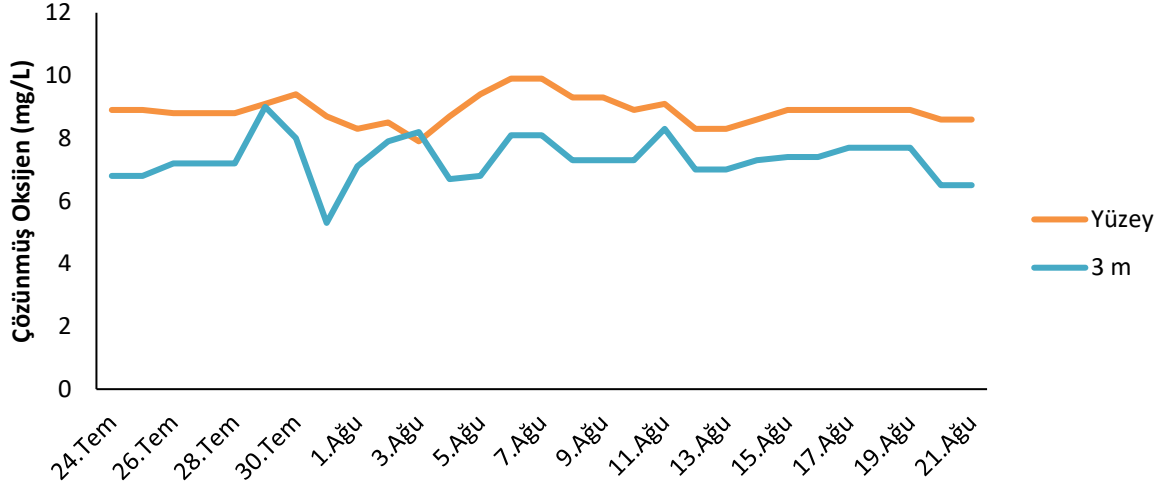
5.3. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışmasına İlişkin Bulgular

5.3.1. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışmasına Ait Su Parametrelerine İlişkin Bulgular

Deneme süresince ortalama su sıcaklıkları ve çözünmüş oksijen miktarı yüzeyde 22.42 ± 0.24 °C ve 8.88 ± 0.08 mg/L ve 3 metrede 19.32 ± 0.31 °C ve 7.34 ± 0.13 mg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.19, Şekil 5.20).



Şekil 5.19. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait yüzey ve 3 metredeki su sıcaklığının günlere göre değişimi



Şekil 5.20. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait yüzey ve 3 metredeki çözülmüş oksijen konsantrasyonunun günlere göre değişimi

5.3.2. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışmasına Ait Büyüme Performansı ve Yaşama Oranına İlişkin Bulgular

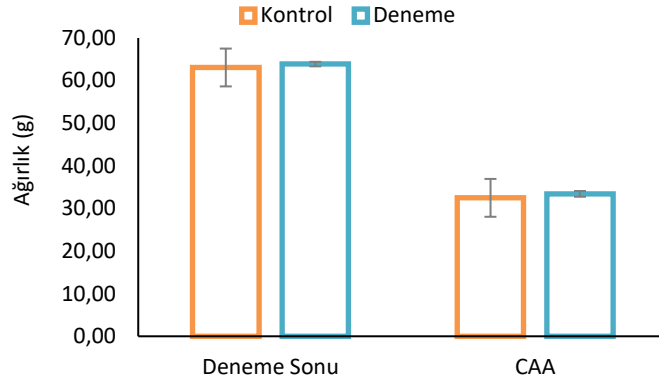
Büyüme parametrelerine ilişkin bulgular Çizelge 5.12, Şekil 5.21, 5.22, 5.23'te verilmiştir. Deneme sonunda CAA değeri kontrol ve deneme grupları için sırasıyla 32.49 ± 4.44 ve 33.42 ± 0.67 g olarak tespit edilmiş ve iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$).

Çizelge 5.12. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait büyüme parametrelerine ilişkin bulgular

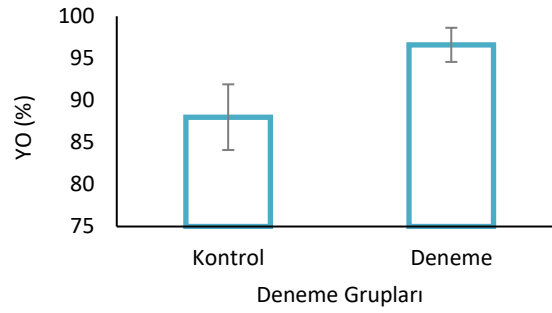
	Deneme Başı (g)	Deneme Sonu (g)	CAA (g)	SBO (%)	YO (%)
Kontrol	30.59 ± 0.04^a	63.08 ± 4.44^a	32.49 ± 4.44^a	2.48 ± 0.25^a	88.00 ± 3.90^a
Deneme	30.45 ± 0.15^a	63.87 ± 0.53^a	33.42 ± 0.67^a	2.55 ± 0.04^a	96.60 ± 2.03^a

Her değer ortalama $\pm$ standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütun farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). CAA: Canlı Ağırlık Artışı, SBO: Spesifik Büyüme Oranı, YO: Yaşama Oranı.

Deneme süresince her iki grupta da ölüm gerçekleşmiştir. YO kontrol ve deneme grupları için sırasıyla $\%88.00 \pm 3.90$ ve $\%96.60 \pm 2.03$ olarak tespit edilmiş YO bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p > 0.05$).

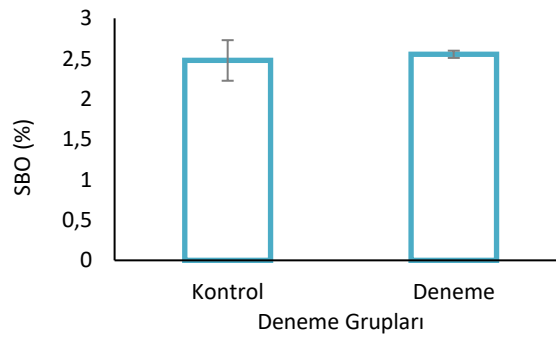


Şekil 5.21. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında ortalama ağırlık (g) ve canlı ağırlık artışı (CAA, g) değerleri



Şekil 5.22. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında yaşama oranı (YO, %) değerleri

Deneme sonunda SBO incelendiğinde, SBO kontrol ve deneme grupları için sırasıyla 2.48 ± 0.25 ve 2.55 ± 0.04 olarak tespit edilmiştir. SBO bakımından kontrol ve deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p > 0.05$).



Şekil 5.23. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında spesifik büyüme oranları (SBO, %)

5.3.3. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışmasına Ait Yem Tüketimine İlişkin Bulgular

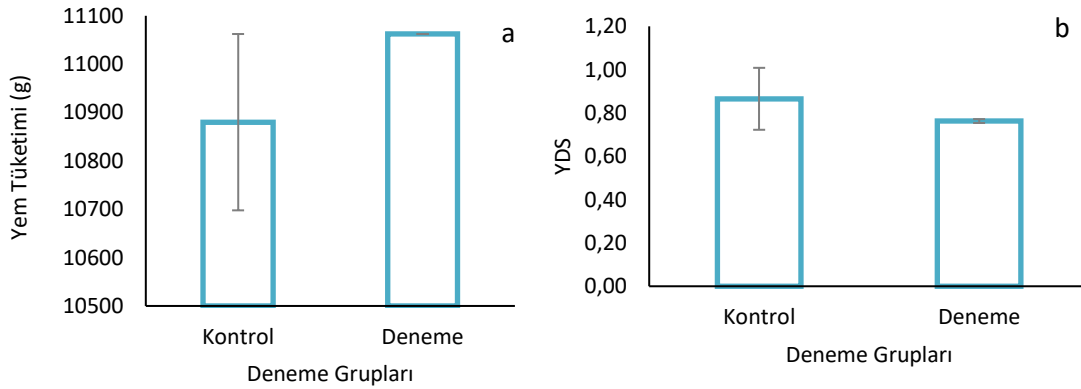
Deneme sonunda grupların toplam yem tüketimi Çizelge 5.13 ve Şekil 5.24'te verilmiştir. Grupların yem tüketim miktarları kontrol ve deneme grupları için sırasıyla 10888.00±182.33 ve 11062.33±0.00 g olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$).

Deneme sonunda YDS, kontrol ve deneme grupları için sırasıyla 0.87 ± 0.14 ve 0.76 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir. YDS bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$).

Çizelge 5.13. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında yem tüketimine ilişkin bulgular

Deneme Grupları	Toplam Yem Tüketimi (g)	YDS
Kontrol	10888.00±182.33 ^a	0.87±0.14 ^a
Deneme	11062.33±0.00 ^a	0.76±0.01 ^a

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütun farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$). YDS, Yem değerlendirme sayısı



Şekil 5.24. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında a) yem tüketim değerleri (g) ve b) yem değerlendirme sayıları (YDS)

5.3.4. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışmasına Ait Viserosomatik İndeks (VSI), Hepatosomatik İndeks (HSI), Karkas Verimi (KV) ve Kondisyon Faktörüne İlişkin Bulgular

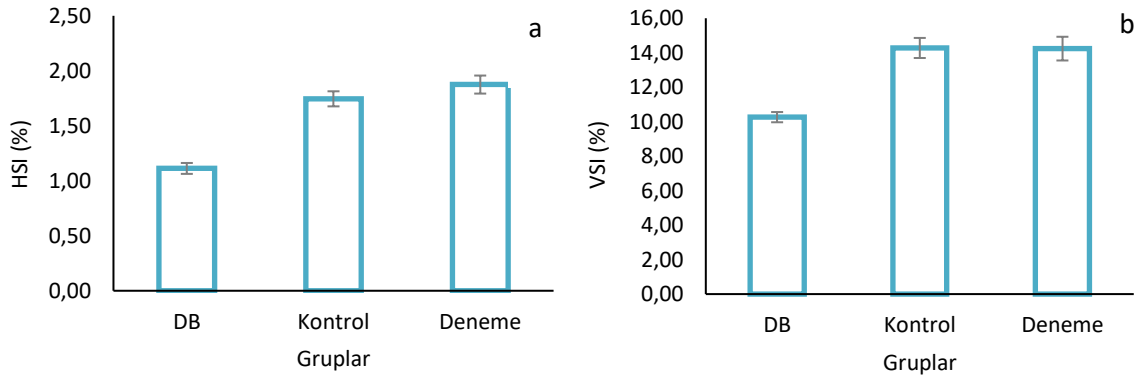
Deneme sonunda hepatosomatik indeks (HSI), viserosomatik indeks (VSI), kondisyon faktörü (KF) ve karkas verimine (KV) ilişkin bulgular Çizelge 5.14, Şekil 5.25 ve 5.26'da verilmiştir.

Çizelge 5.14. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait büyüme parametrelerine ilişkin bulgular

	HSI (%)	VSI (%)	KF	KV (%)
Deneme Başı	1.11±0.05 ^a	10.26±0.30 ^a	1.08±0.02 ^a	41.78±0.61 ^a
Kontrol	1.75±0.07 ^b	14.28±0.58 ^b	1.33±0.03 ^b	45.74±0.56 ^b
Deneme	1.87±0.08 ^b	14.24±0.69 ^b	1.28±0.01 ^b	46.06±1.32 ^b

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üssel harflerle (a, b, c) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). HSI: Hepatosomatik indeks, VSI: Viserosomatik indeks, KF: Kondisyon Faktörü, KV: Karkas Verimi

Deneme başında HSI değeri, %1.11±0.05 olarak tespit edilmiştir. Deneme sonunda ise bu değer, kontrol ve deneme grupları için sırasıyla, %1.75±0.07 ve 1.87±0.08 olarak tespit edilmiştir. HSI değeri bakımından kontrol ve deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur (p>0.05).



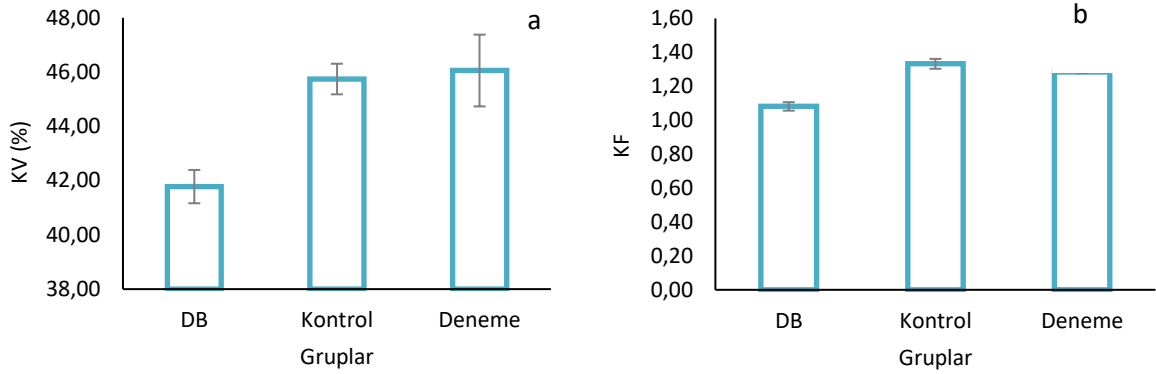
Şekil 5.25. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında a) hepatosomatik indeks (HSI, %) b) viserosomatik indeks (VSI, %) değerleri

Deneme başında %10.26±0.30 olarak tespit edilen VSI değeri deneme sonunda kontrol ve deneme grupları için sırasıyla %14.28±0.58 ve 14.24±0.69 olarak tespit edilmiştir. VSI bakımından kontrol ve deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05).

Deneme sonunda KF değerleri incelendiğinde kontrol ve deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05).

Deneme başında ortalama %41.78±0.61 olarak tespit edilen KV her iki grupta da artış göstererek kontrol ve deneme grupları için sırasıyla %45.74±0.56 ve 46.06±1.32

olarak tespit edilmiştir. KV bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$).



Şekil 5.26. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında a) karkas verimi (KV, %) ve b) kondisyon faktörü (KF) değerleri

5.3.5. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışmasına Ait Biyokimyasal Kompozisyona İlişkin Bulgular

Deneme sonunda balık etinde ham protein, ham yağ, ham kül ve nem oranı belirlenmiştir. Balık etinin biyokimyasal kompozisyonuna ilişkin bulgular Çizelge 5.15 ve Şekil 5.27’de verilmiştir.

Çizelge 5.15. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında balık etinin biyokimyasal kompozisyonuna ilişkin bulgular

Grup	Ham Protein %	Ham yağ %	Ham kül %	Nem %
Deneme Başı	18.59±0.78 ^a	3.14±0.12 ^a	2.21±0.15 ^a	76.56±0.02 ^c
Kontrol	18.49±0.23 ^a	4.23±0.13 ^b	2.39±0.25 ^a	75.77±0.05 ^b
Deneme	18.85±0.28 ^a	5.51±0.46 ^c	1.84±0.21 ^a	75.02±0.08 ^a

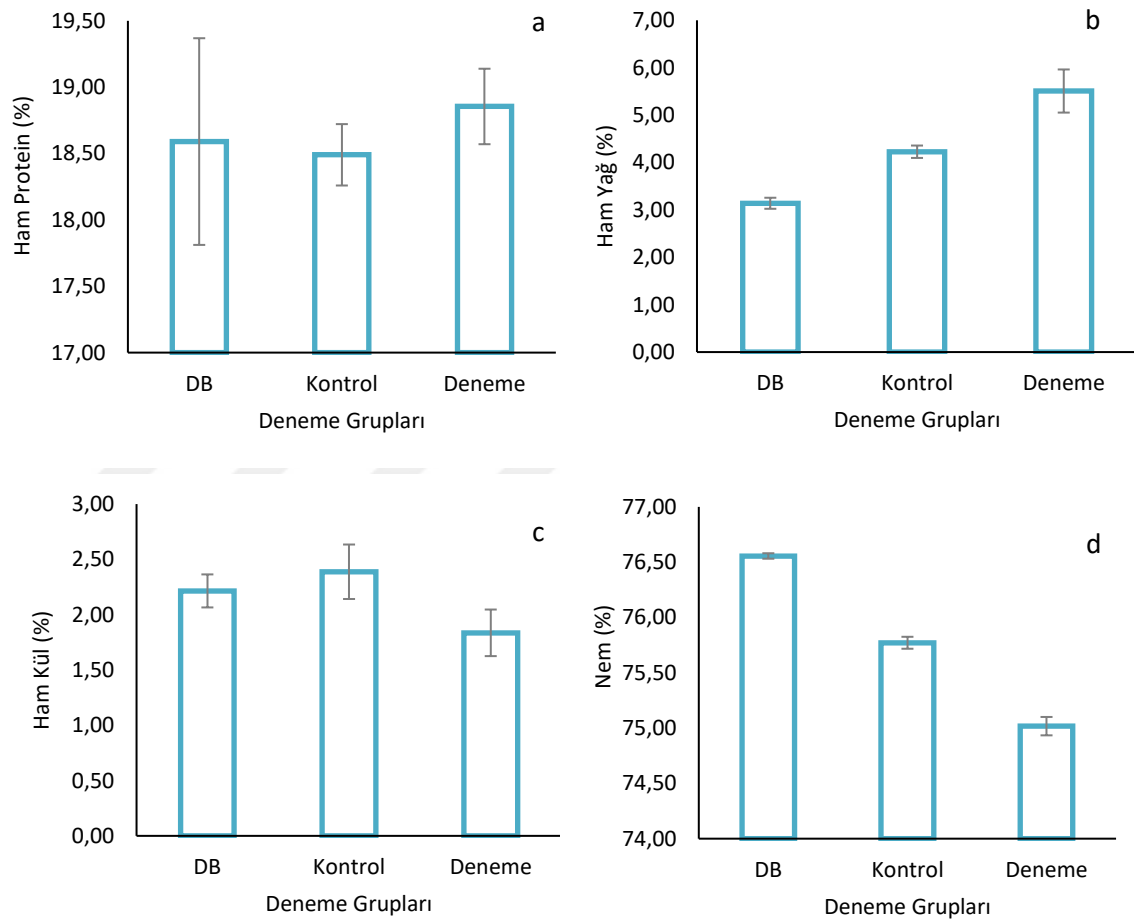
Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üssel harflerle (a, b, c) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Deneme sonunda balık etinde yapılan ham protein analizinin sonuçlarına bakıldığında, kontrol ve deneme grupları için bu değerler sırasıyla %18.49±0.23 ve 18.85±0.28 olarak tespit edilmiştir. Balık etindeki ham protein değeri bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$).

Balık etindeki ham yağ oranı incelendiğinde, ham yağ değeri kontrol ve deneme grupları için sırasıyla 4.23 ± 0.13 ve 5.51 ± 0.46 olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Balık etindeki ham kül oranı incelendiğinde, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$).

Deneme sonunda balık etindeki nem oranı kontrol ve deneme grupları için sırasıyla 75.77 ± 0.05 ve 75.02 ± 0.08 olarak tespit edilmiştir. Balık etindeki nem oranı bakımından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).



Şekil 5.27. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında ham protein (% a), ham yağ (% b), ham kül (% c) ve nem (% d) oranları

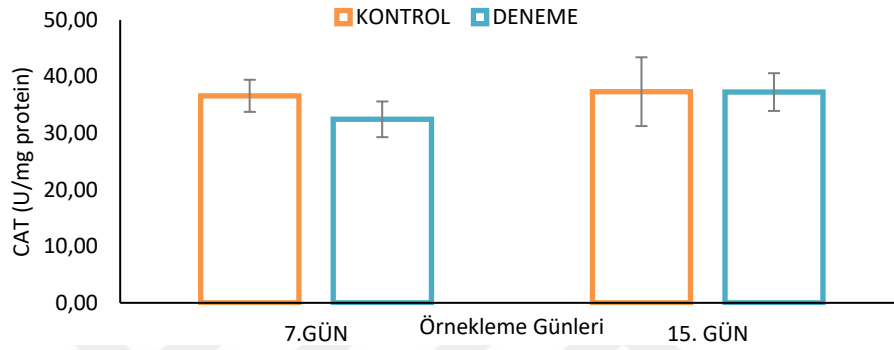
5.3.6. Ticari Yetiştiricilik Ortamında Uygulama Çalışmasına Ait Katalaz (CAT) Enzim Aktivitesine İlişkin Bulgular

Deneme süresince 7. ve 28. günlerde örneklenen karaciğer dokusunda CAT aktivitesi tespit edilmiştir. Çizelge 5.16 ve Şekil 5.28’de CAT aktivitesi değerleri verilmiştir.

Çizelge 5.16. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında katalaz (CAT, U/mg protein) enzim aktivitesi değerleri

CAT	7. Gün	28. Gün
Kontrol	36.58±2.84 ^{aA}	37.32±6.08 ^{aA}
Deneme	32.43±3.15 ^{aA}	37.25±3.33 ^{aA}

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üssel harflerle (a, b) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Aynı satırda farklı üssel harflerle (A, B) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). CAT: Katalaz.



Şekil 5.28. Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışmasına ait deneme gruplarında katalaz (CAT, U/mg protein) enzim aktivitesi değerleri

Çalışmanın 7. gününde örneklenen karaciğer dokusunda gerçekleştirilen CAT analizlerinin sonuçlarına bakıldığında, kontrol ve deneme grupları için CAT aktivitesi sırasıyla 36.58±2.84 ve 32.43±3.15 U/mg protein olarak tespit edilmiştir. CAT aktivitesi bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05).

Deneme sonunda örneklenen karaciğer dokusundaki CAT aktiviteleri incelendiğinde ise kontrol ve deneme grupları için CAT aktivitesi sırasıyla 37.32±6.08 ve 37.25±3.33 U/mg protein olarak tespit edilmiş olup gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05). Ayrıca her iki grup için de 7. ve 28. günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05).

5.4. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-2'ye İlişkin Bulgular

5.4.1. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-2'ye Ait Su Parametrelerine İlişkin Bulgular

Ortalama su sıcaklığı, oksijen çözünürlüğü ve pH değerleri Çizelge 5.17'de verilmiştir. Ortalama su sıcaklığı KY0, KY1, KY2.5, KY5, KY10 ve KY15 grupları için

sırasıyla, 20.89 ± 0.08 , 20.99 ± 0.03 , 20.92 ± 0.02 , 20.93 ± 0.04 , 20.93 ± 0.05 ve $20.99\pm0.04^{\circ}\text{C}$ olarak tespit edilmiştir.

Ortalama oksijen çözünürlüğü değerleri KY0, KY1, KY2.5, KY5, KY10 ve KY15 grupları için sırasıyla, 7.25 ± 0.15 , 7.30 ± 0.13 , 7.29 ± 0.12 , 7.20 ± 0.14 , 7.22 ± 0.15 ve 7.20 ± 0.14 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Ortalama pH değerleri KY0, KY1, KY2.5, KY5, KY10 ve KY15 grupları için sırasıyla, 8.35 ± 0.08 , 8.32 ± 0.03 , 8.30 ± 0.02 , 8.30 ± 0.04 , 8.35 ± 0.05 ve 8.36 ± 0.04 olarak tespit edilmiştir.

Su sıcaklığı, oksijen çözünürlüğü ve pH değerleri bakımından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 5.17. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-2'ye ait su parametrelerine ilişkin bulgular

Deneme Grupları	Sıcaklık $^{\circ}\text{C}$	Oksijen mg/L	pH
KY0	20.89 ± 0.08	7.25 ± 0.15	8.35 ± 0.08
KY1	20.99 ± 0.03	7.30 ± 0.13	8.32 ± 0.03
KY2.5	20.92 ± 0.02	7.29 ± 0.12	8.30 ± 0.02
KY5	20.93 ± 0.04	7.20 ± 0.14	8.30 ± 0.04
KY10	20.93 ± 0.05	7.22 ± 0.15	8.35 ± 0.05
KY15	20.99 ± 0.04	7.29 ± 0.14	8.36 ± 0.04

Her değer ortalama $\pm$ standart hatayı ifade etmektedir.

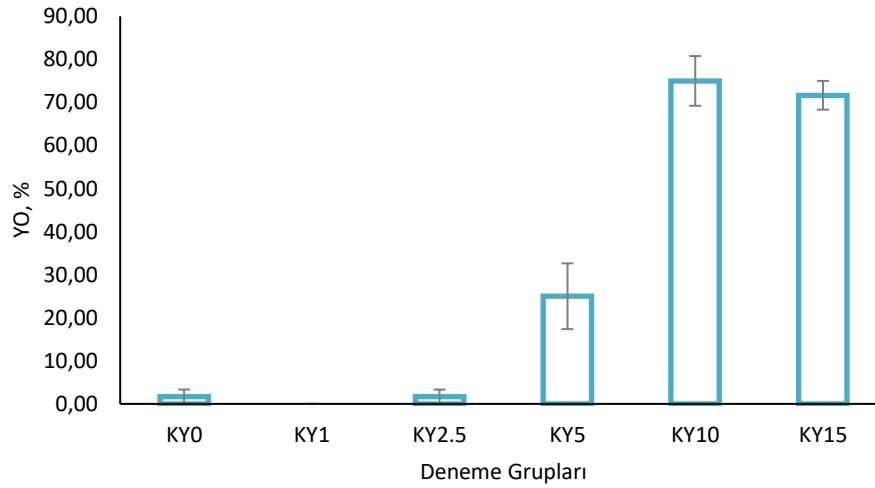
5.4.2. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-2'ye Ait Yaşama Oranına İlişkin Bulgular

Deneme sonunda elde edilen verilere göre YO bakımından 75.00 ± 5.77 ile KY10 grubu ilk sırada yer almaktadır. KY0, KY1, KY2.5, KY5 ve KY15 grupları için YO değerleri sırasıyla 1.67 ± 1.67 , 0 , 1.67 ± 1.67 , 25.00 ± 7.64 ve 71.67 ± 3.33 olarak tespit edilmiştir. KY0, KY1 ve KY2.5 grupları ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 5.18).

Çizelge 5.18. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-2'ye ait yaşama oranına (YO, %) ilişkin bulgular

	YO
KY0	1.67±1.67 ^a
KY1	0 ^a
KY2.5	1.67±1.67 ^a
KY5	25.00±7.64 ^b
KY10	75.00±5.77 ^c
KY15	71.67±3.33 ^c

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı satırda farklı üssel harflerle (a, b, c) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).



Şekil 5.29. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-2'ye ait yaşama oranına (YO, %) ilişkin bulgular

5.4.3. Akvaryum Ortamında Uygulama Çalışması-2'ye Ait Yem Tüketimine İlişkin Bulgular

Deneme sonunda grupların toplam yem tüketimi Çizelge 5.19'da verilmiştir. En yüksek toplam yem tüketimi 203.47±8.27 g ile KY10 grubunda tespit edilirken KY0, KY1, KY2.5, KY5 ve KY15 grupları için bu değer sırasıyla 47.84±1.21, 40.19±2.48, 87.04±4.50, 93.76±11.15 ve 146.87±6.65 g olarak tespit edilmiştir. KY10 grubu ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Ayrıca KY1 ve KY0 ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05).

Çizelge 5.19. Akvaryum ortamında uygulama çalışması-2'ye ait yem tüketimi (g) ve yem değerlendirme sayısına (YDS) ilişkin bulgular

Deneme Grupları	Yem Tüketimi (g)	YDS
KY0	47.84±1.21 ^b	5.49±0.80 ^e
KY1	40.19±2.48 ^a	2.91±0.38 ^d
KY2.5	87.04±4.50 ^c	1.59±0.06 ^c
KY5	93.76±11.15 ^c	1.39±0.05 ^b
KY10	203.47±8.27 ^e	1.16±0.01 ^a
KY15	146.87±6.65 ^d	1.46±0.10 ^{bc}

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı satırda farklı üssel harflerle (a, b, c) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Deneme sonunda grupların toplam yem tüketimi Çizelge 5.19'da verilmiştir. En düşük YDS değeri 1.16±0.01 ile KY10 grubunda tespit edilirken, KY0, KY1, KY2.5, KY5 ve KY15 grupları için bu değer sırasıyla 5.49±0.80, 2.91±0.38, 1.59±0.06, 1.39±0.05 ve 1.46±0.10 g olarak tespit edilmiştir. KY0, KY1 ve KY10 grupları ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05).

6. TARTIŞMA

Balık yetiştiriciliğinde kullanılan teknolojilerin gelişmesiyle birlikte stok yoğunluğu artmış ve buna paralel olarak hastalık ve ölüm riskinde artış gerçekleşmiştir (Reverter ve ark., 2014). Ayrıca kültür balıkçılığında kullanılan bazı rutin uygulamalar (elleme, taşıma, aşılama vb.) balıkta stres oluşturmaktadır. Tüm bunlara ek olarak sucul ortamın getirdiği fiziksel ve kimyasal stres etkenleri de stres oluşumunda önemli bir yere sahiptir. Sıcaklık değişimi bunların başında gelmektedir (Newman, 2000). Balıklarda sıcaklık değişiminin strese sebep olduğu birçok bilimsel araştırma ile kanıtlanmıştır (Parihar ve ark., 1996; Filho ve ark., 2001; Heise ve ark., 2006; Vinagre ve ark., 2014; Almroth ve ark., 2015).

Fitobiyotikler olarak bilinen bitkisel ekstraktlar, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antioksidatif ve antiparazit özellik göstermeleri nedeniyle hayvan beslemede kullanılmaktadır (Cheng ve ark., 2014). Bitkisel ekstraktların tavuklarda (*Gallus gallus domesticus*) (Tazi ve ark., 2014), domuzlarda (*Sus scrofa domesticus*) (Maenner ve ark., 2011) ve sığırlarda (*Bos taurus*) (Yang ve ark., 2007) büyümeyi olumlu etkilediği bilimsel araştırmalarla kanıtlanmıştır. Stres altındaki balıkların bağışıklık sistemini güçlendirmek, yem alımını ve yaşama oranını artırmak için çeşitli yem katkı maddeleri kullanılabilir (Lee ve ark., 2012) Günümüzde bitkisel kaynaklı katkı maddelerine olan ilgi artış göstermektedir. Bitkisel kaynaklı ham maddeler, doğaya ve insana zarar vermemesi ve balık vücudunda kalıntı bırakmaması nedeniyle tercih edilmektedir (Gabor ve ark., 2012).

Samsun ilinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin önemli bir kısmı baraj göllerinde, ağ kafeslerde gerçekleştirilmektedir. Ancak yaz aylarında (temmuz-ağustos) su sıcaklığının yükselmesiyle birlikte, bir soğuk su türü olan gökkuşağı alabalığı strese girmekte, hastalık gözlenmekte, yem alımı azalmakta ve yetiştiriciler, yoğun balık ölümleriyle karşı karşıya kalmaktadır.

Bu çalışmada, halk arasında yüzyıllardır tıbbi amaçlı olarak kullanılan bir bitki olan karayemiş yaprağı, yüksek antioksidan içeriği (Engin, 2007) ve Karadeniz Bölgesi'nde bol bulunması nedeniyle tercih edilmiştir. Karayemiş yaprağının sıcaklık stresi altındaki gökkuşağı alabalığında büyüme, yaşama oranı ve bazı antioksidan enzimler üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla bu tez kapsamında, 1'i ön deneme

olmak üzere 3 kez akvaryum ortamında, 1 kez ise ticari bir alabalık yetiştiricilik tesisinde olmak üzere dört farklı çalışma yürütülmüştür.

Ön çalışmada, farklı konsantrasyonlarda (0, 1, 5, 10, 15 g/kg) yeme katılarak kullanılan karayemiş yaprağı ekstraktının alabalıklar üzerinde toksik etkisi olmadığı belirlenmiş ve 15 g/kg yem karayemiş yaprağı ekstraktının en uygun konsantrasyon olduğu belirlenmiştir. Akvaryum ortamında yürütülen 2. çalışmada, yeme püskürtülerek kullanılan karayemiş yaprağı ekstraktının (15 g/kg) farklı sıcaklıklarda (15, 19, 21°C) alabalıklarda büyüme, yaşama oranı ve antioksidan enzimler üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. 3. çalışmada ticari yetiştiricilik ortamında, yeme püskürtülerek kullanılan karayemiş yaprağı ekstraktının (5 g/kg) büyüme, yaşama oranı ve katalaz enzimi üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Son olarak, akvaryum ortamında yürütülen 4. çalışmada ise farklı konsantrasyonlarda (0, 1, 2.5, 5, 10, 15 g/kg) yeme püskürtülerek kullanılan karayemiş yaprağı ekstraktının yüksek sıcaklıkta (21°C) yaşama oranına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

6.1. Spesifik Büyüme Oranı (SBO)

Bitkisel katkı maddelerinin su ürünleri yetiştiriciliği uygulamalarında, stresi azaltıcı, büyümede artış ve immün sistemi geliştirici özellikler gösterdiği bildirilmiştir (Lee ve ark., 2012). Sıcaklık (Hisar ve ark., 2012), stok yoğunluğu (Şahin ve ark., 2014), düşük oksijen çözünürlüğü (Keleştemur, 2009) gibi pek çok stres etkeninin varlığında, birçok katkı maddesinin (probiyotikler, yem enzimleri, organik asitler, bitkiler) balık üzerindeki olumlu etkileri bilinmektedir (Roohi ve ark., 2015). Bununla birlikte bitkiler içeriklerindeki bazı etken maddeler nedeniyle balık üzerinde olumsuz etkilere de sebep olabilir (Sönmez ve ark., 2015).

SBO bakımından ön çalışma sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde, en yüksek değer KY15 grubunda (1.38 ± 0.06), en düşük değer ise KY0 grubunda (0.76 ± 0.15) tespit edilmiştir. KY0 ile KY15 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Ayrıca istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmese de karayemiş ekstraktı ilaveli yemle beslenen tüm gruplarda SBO'nun KY0'dan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. En yüksek SBO değerinin, KY15 grubunda tespit edilmesi, karayemiş ekstraktının büyümeyi olumlu yönde etkilediğini gösterebilir. Shalaby ve ark. (2006)'nın Nil tilapyasında yeme çeşitli konsantrasyonlarda (0, 10, 20, 30, 40 g/kg yem) sarımsak ilavesinin büyüme performansı, biyokimyasal kompozisyon ve

YO üzerine etkilerini inceledikleri, 90 gün süren çalışmalarında, sarımsak ilaveli yemle beslenen grupların SBO değerlerinin kontrol grubuna oranla önemli oranda artış gösterdiği bildirilmiştir. Devakumar ve Chinnasamy (2015)'nin *Cissus quadrangularis* ekstraktının farklı konsantrasyonlarının (0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 g/kg yem) Asya deniz levreğinde büyüme performansı ve hastalık direnci üzerine yaptıkları 60 gün süreli çalışmalarında, SBO'nun deneme gruplarında kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Mevcut çalışmamızda elde edilen bulgular, Shalaby ve ark. (2006) ve Devakumar ve Chinnasamy (2015)'nin çalışmalarından elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Ön çalışma 15 gün gibi kısa bir sürede tamamlanmıştır. Karayemiş ekstraktı ilavesinin uzun süreli kullanımının SBO'ya olan etkisi akvaryum ortamında yürütülen uygulama çalışması-1'de ayrıntılı olarak incelenmiştir.

SBO bakımından akvaryum ortamında uygulama çalışması-1'de elde edilen sonuçlar, aynı sıcaklık grupları için incelendiğinde, K15 (3.06 ± 0.07) ve D15 (2.46 ± 0.12) ile K21 (1.47 ± 0.09) ve D21 (2.26 ± 0.13) grupları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($p < 0.05$), K19 (2.24 ± 0.03) ve D19 (2.00 ± 0.18) grupları arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). SBO bakımından, D15 grubunda K15'e oranla azalma gözlenmiştir. Gabriel ve ark. (2015)'nin Nil tilapyası üzerinde 5 farklı konsantrasyonda (0, 0.5, 1, 2, 4 g/100 g yem) yeme ilave edilen *Aloe vera* bitkisinin *Streptococcus iniae* patojenine karşı direnç ve büyümeye etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, 0.5, 1 ve 2 g/100 g *Aloe vera* ilaveli yemle beslenen grupların SBO'larının, kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu ancak *Aloe vera*'nın 4 g/100 g konsantrasyonunda kullanıldığı grupta SBO'nun diğer deneme gruplarına oranla azaldığı bildirilmiştir. Gabriel ve ark. (2015)'nin bulgularına benzer olarak, SBO'nun en yüksek konsantrasyon grubunda azalması, eklenen bitkinin miktarındaki artışın büyümede gerilemeye yol açabileceği sonucunu verebilir. Ayrıca, tıbbi bitkilerde bulunan saponin ve tanen gibi biyoaktif bileşenler, özellikle yüksek konsantrasyonlarda hayvanlar için toksik etki göstermektedir. Bu bileşenler yeme acı bir tat vererek yem alma isteğini azaltır ve sonuç olarak büyüme negatif olarak etkilenir (Gabriel ve ark., 2015). Karayemiş yapraklarının da yüksek miktarda tanen içerdiği bildirilmiştir (Robinson, 1929). Bu durum, mevcut çalışmada SBO'nun D15 grubunda azalmasını açıklayabilir.

Bununla birlikte, SBO'nun yüksek sıcaklık stresi altındaki D21 grubunda, K21'e oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Karayemiş ekstraktı yüksek sıcaklığın sebep olduğu stresin etkilerini azaltarak yem alımını arttırmış olabilir. Ayrıca D21 grubunda

YO'nun daha düşük olması nedeniyle balık adedi azalmıştır. Bu da ikincil bir stres etkeni olan stok yoğunluğunu D21 grubu için ortadan kaldırmış olabilir.

Ticari yetiştiricilik ortamında uygulama çalışması sonucunda, SBO bakımından kontrol (2.45 ± 0.25) ve deneme (2.55 ± 0.04) grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$). Bu durumda düşük konsantrasyonda kullanılan karayemiş ekstraktı yem alımını ve dolayısıyla büyümeyi etkilememiş olabilir.

Bununla birlikte, akvaryum ortamında gerçekleştirilen 2. çalışmada 21°C 'lik grupta elde edilen SBO değerlerine [K21 (1.47 ± 0.09), D21 (2.26 ± 0.13)] oranla, ticari ortamda yürütülen çalışmada elde edilen SBO değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, kapalı devre sistemin taban alanının küçük olması, stok yoğunluğunun yetiştiricilik ortamına oranla daha yüksek olması ve dolayısıyla balıklarda strese neden olması ve yem alımını azaltabileceği ile açıklanabilir. Çalışmamızda elde edilen bulgular, Dadras ve ark. (2016)'nın kuşburnu bitkisinin, mersin morinasında büyüme üzerine etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, SBO bakımından gruplar arasında fark bulunmadığını gösterdiği çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir.

Sonuç olarak, kısa süreli ve sıcaklık stresi altındaki balıklarda karayemiş yaprağı ekstraktı SBO'yu olumlu yönde etkileyebileceği ancak uzun vadede ve yüksek konsantrasyonda karayemiş büyümede gerilemeye neden olabileceği söylenebilir.

6.2. Yem Değerlendirme Sayısı (YDS)

YDS, balığın yemi ağırlığa dönüştürme oranıdır. Akvaryum ortamında yürütülen uygulama çalışması-1'de elde edilen sonuçlar YDS bakımından incelendiğinde, K15 (0.77 ± 0.02) ve D15 (0.90 ± 0.05) grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Sönmez ve ark. (2015)'nin juvenil gökkuşağı alabalığında 500, 1000 ve 1500 mg/kg yem konsantrasyonunda yeme katılan adaçayı, nane ve bahçe kekiği yağlarının antioksidan enzimler ve büyüme parametreleri üzerine etkilerini inceledikleri 60 gün süreli çalışmaları sonucunda, kontrol gruplarında YDS 0.94 ± 0.02 olarak tespit edilmiş olup, adaçayı ve bahçe kekiği yağlarının YDS'yi azalttığı bildirilmiştir. Ancak nane yağı ilaveli yemlerle beslenen gruplarda YDS'nin kontrol ve diğer gruplara göre önemli oranda arttığı bildirilmiştir. Bununla birlikte mevcut çalışmamızda D15 grubunda elde edilen YDS'nin, Sönmez ve ark. (2015)'nin çalışmalarında, kontrol grubunda elde edilen YDS'den daha düşük olduğu gözlenmiştir. Ancak YDS'nin D15'te K15'e oranla yüksek bulunması, karayemiş yaprağı ekstraktının yem değerlendirmeyi negatif olarak

etkilediğini gösterebilir. Abdel-Tawwab (2010)'ın çeşitli konsantrasyonlarda (0, 0.125, 0.25, 0.50, 1.00, 2.00 g/kg yem) yeme ilave edilen yeşil çay bitkisinin Nil tilapyasında, *A. hydrophila* enfeksiyonuna karşı direnç ve büyüme üzerine etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, yalnızca 0.50 g/kg konsantrasyonunda YDS'de azalma gözlemlendiği bildirilmiştir. Ayrıca Sivaram ve ark. (2004)'nın çeşitli konsantrasyonlarda (100, 200, 400, 800 mg/kg yem) yeme ilave edilen kutsal fesleğen, mor salkım ve Hindistan cevizi bitkilerinin lahozda, *Vibrio harveyi* enfeksiyonuna karşı direnç ve büyümeye olan etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, 100 ve 200 mg/kg yem kutsal fesleğen ve 100, 200, 400 mg/kg yem mor salkım ilaveli yemle beslenen gruplarda YDS'nin kontrol grubuna oranla yüksek olduğu bildirilmiştir. Abdel-Tawwab ve ark. (2010) ve Sivaram ve ark. (2004)'nın çalışmalarında elde edilen sonuçlara göre, YDS'nin bitkinin konsantrasyonuna bağlı olabileceği ve karayemiş bitkisi için de optimum bir konsantrasyon belirlenmesi gerektiği söylenebilir.

YDS bakımından, 19°C ve 21°C gruplarında istatistiksel olarak fark gözlenmemiş ve sıcaklık yükseldikçe YDS artış göstermiştir ($YDS_{15} < YDS_{19} < YDS_{21}$). Pitaksong ve ark. (2012)'nin termal ve asidik stres altındaki hibrid kanal balığında C ve E vitaminlerinin büyüme üzerine etkilerini inceledikleri çalışmaları sonucunda, antioksidan özelliğe sahip bu vitaminlerin ilave edildiği yemlerle beslenen gruplarda, YDS bakımından önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir ($p > 0.05$). Mevcut çalışmamızda elde edilen bulgular bu çalışmayı destekler niteliktedir.

YDS bakımından ticari ortamda yürütülen uygulama çalışmasında elde edilen veriler incelendiğinde, kontrol (0.87 ± 0.14) ve deneme (0.76 ± 0.01) grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Bu çalışmada elde edilen bulgular Pitaksong ve ark. (2012)'nin çalışmalarında elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir.

Akvaryum ortamında yürütülen uygulama çalışması-2'de elde edilen sonuçlar incelendiğinde, YDS değerleri KY0, KY1, KY2.5, KY5, KY10 ve KY15 grupları için sırasıyla; 5.49 ± 0.80 , 2.91 ± 0.38 , 1.59 ± 0.06 , 1.39 ± 0.05 , 1.16 ± 0.01 ve 1.46 ± 0.10 g olarak tespit edilmiştir. KY0, KY1 ve KY10 grupları ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). En iyi YDS değeri KY10 grubunda tespit edilmiş olup bu değer KY15 grubunda yükselmiştir. Buna göre yüksek sıcaklık stresi altındaki alabalıklarda 10 g/kg yem karayemiş yaprağı ekstraktı ilavesinin YDS'yi olumlu yönde etkileyebileceği söylenebilir.

6.3. Biyokimyasal Kompozisyon

Etteki biyokimyasal kompozisyon (protein, yağ, kül, nem) bakımından akvaryum ortamında yürütülen uygulama çalışması-1’de elde edilen bulgular incelendiğinde, ham protein ve ham yağ kompozisyonunda sıcaklığın artmasıyla birlikte oldukça az değişiklik gözlenmiştir ve gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Bununla birlikte, sıcaklığın artmasıyla ham kül oranında artış gözlenmiş ancak uygulama grupları arasındaki fark (kendi içinde) istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Selong ve McMahon (2001)’ın *Salvelinus confluentus* balığında sıcaklığın büyüme ve yaşama oranına etkilerini inceledikleri çalışmaları sonucunda, ham protein ve ham yağ bakımından gruplar arasındaki farkın önemli olmadığı ve ham kül değerinin sıcaklığa bağlı olarak artış göstermekle birlikte gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bildirilmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen bulgular Selong ve McMahon (2001)’ın çalışmalarıyla paralellik göstermektedir.

Ticari yetiştiricilik ortamında yürütülen çalışma sonucunda, ham protein bakımından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Dedi ve ark. (2016)’nın çeşitli oranlarda (%0, 0.25, 0.5, 0.75, 1) yeme katılan tarçın (*Cinnamomum burmannii*) yaprağının sazanda büyüme ve et kalitesine etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, protein miktarının yalnız %1 tarçın ilaveli yemle beslenen grupta artış gösterdiği bildirilmiştir. Çalışmamızda elde edilen bulgular, Dedi ve ark. (2016)’nın çalışmalarında elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir. Ham yağ bakımından kontrol (4.23 ± 0.13) ve deneme (5.51 ± 0.46) grubu arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$), ham kül bakımından ise önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Mushahida-Al-Noor ve ark. (2012)’nin farklı oranlarda E vitamini içeren yemlerle beslenen çizgili yayın balığında (*Pangasius hypophthalmus*) büyüme ve yaşama oranını inceledikleri çalışmaları sonucunda, yağ oranının E vitamini ile beslenen gruplarda kontrol grubuna oranla artış gösterdiği, ham kül bakımından ise gruplar arasında fark gözlenmediği bildirilmiştir. Mevcut çalışmada, ham yağ ve ham kül bakımından elde edilen sonuçlar, Mushahida-Al-Noor ve ark. (2012)’nin çalışmalarında elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

6.4. Yaşama Oranı (YO)

Büyümeyi teşvik eden, antibakteriyel ve diğer amaçlarla su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan antibiyotikler, hormonlar ve diğer bazı kimyasal maddelerin kullanılması ilaca dirençli bakteri, toksisite ve balık ve doğada birikim gibi problemlere yol açmıştır (Kim ve ark., 2016). Bundan dolayı büyüme performansını arttıran, immün sistemi geliştiren ve ölüm oranını azaltan, doğal kaynaklı yem katkı maddelerinin (probiyotikler, yem enzimleri, organik asitler, bitkiler) araştırılması su ürünleri yetiştiriciliği için oldukça önemlidir (Roohi ve ark., 2015). Ayrıca immünostimülantların stres altındaki balıklarda YO üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Syahidah ve ark., 2015).

YO bakımından ön çalışma sonucu elde edilen veriler incelendiğinde, yalnızca KY0 (%93.33±6.67) ve KY1 (%93.33±6.67) gruplarında ölüm gerçekleşmiştir. KY5, KY10 ve KY15 gruplarında yaşama oranı %100 olarak tespit edilmiştir ancak gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

YO bakımından akvaryum ortamında yürütülen uygulama çalışması-1’de elde edilen sonuçlar incelendiğinde ise K15 (%96.67±0.00) ve D15 (%91.11±2.22) grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Sönmez ve ark. (2015)’nin gökkuşağı alabalığında nane yağının büyüme ve YO’ya etkilerini inceledikleri çalışmaları sonucunda, nane yağının YO’yu önemli oranda azalttığı bildirilmiştir. Karayemiş yapraklarının, siyanojenik glikozit adı verilen prunasin ve amigdalın maddelerini içerdiği bildirilmiştir. Bu maddeler, bileşimlerinde bulunan siyanürü hidrosiyanik asit (HCN) olarak açığa çıkarmaktadır (Dursun, 2010). HCN kandaki oksijeni dokulara taşıyan enzimleri engellemektedir (Anonim, 2017c). Karayemiş yaprağı yiyen koyun ve sığırlarda ani ölümler meydana geldiği bildirilmiştir (Long, 1924). Karayemiş yaprağında bulunan bu maddeler D15 grubunun YO değerini negatif olarak etkilemiş olabilir. 15 g/kg konsantrasyonunda yeme ilave edilen karayemiş yaprağı ekstranının SBO, YDS ve YO’yu 45 gün süren bu çalışmada negatif olarak etkilediği söylenebilir.

Çalışmada teknik bir aksaklık nedeniyle su kalitesinde bozulma meydana gelmiştir. 15°C grupları stres altında olmadığından dolayı su kalitesindeki bozulma bu gruplarda YO’yu etkilememiş olabilir. Ancak sıcaklık stresi altında bulunan K19 ve K21 gruplarındaki tüm bireylerde ölüm gözlenmiştir. Su kalitesindeki bozulma ikincil bir stres etkeni oluşturarak, sıcaklık stresi altındaki kontrol gruplarında direncin azalması

sonucunda ölüme sebebiyet vermiş olabilir. Bununla birlikte karayemiş yaprağı ekstraktı ilaveli yemle beslenmiş olan D19 (73.33 ± 1.93) ve D21 (65.56 ± 1.11) grupları ise bu durumu daha iyi tolere etmişlerdir. Buna göre, ikincil bir stres etkeni varlığında karayemiş yaprağı ekstraktının D19 ve D21 gruplarında direnci ve dolayısıyla YO'yu arttırdığı söylenebilir. Liu ve ark. (2012)'nin önce yüksek sıcaklık stresine maruz bırakılmış, sonrasında *Aeromonas hydrophila* enjekte edilmiş olan *Megalobrama amblycephala* fingerlinglerinde yürüttükleri çalışmaları sonucunda, ravent ekstraktı ilaveli yemlerle beslenen gruplarda YO'nun kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Nya ve Austin (2009)'nin yeme ilave edilen zencefilin, *A. hydrophila* patojenine karşı gökkuşağı alabalığında hastalık direncini inceledikleri çalışmaları sonucunda, zencefil ilaveli yemle beslenen grupta YO'nun önemli oranda artış gösterdiği bildirilmiştir. Park ve Choi (2012)'nin Nil tilapyası fingerlinglerinde yeme ilave edilen ökseotunun, *A. hydrophila* patojenine karşı hastalık direncini inceledikleri çalışma sonucunda ökse otu ilaveli yemle beslenen gruplarda YO'da önemli oranda artış gözlemlendiği bildirilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında, iki stres etkeni varlığında elde edilen YO değerleri Liu ve ark. (2012), Nya ve Austin (2009) ve Park ve Choi (2012)'nin çalışmalarında elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir. K19 ve K21 gruplarında bulunan tüm bireylerin kaybedilmesi sonrasında, stokta bulunan balıklarla bu gruplar için deneme yeniden kurulmuştur. Su kalitesinin eski haline dönmelerinden sonra yenilenen bu gruplar için YO sırasıyla 74.44 ± 2.94 ve 75.56 ± 7.78 olarak tespit edilmiştir.

YO bakımından ticari yetiştiricilik ortamında yürütülen çalışma sonucunda, kontrol (88.00 ± 3.90) ve deneme (96.60 ± 2.03) grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Ancak YO'nun deneme grubunda kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Mevcut çalışmamızda istatistiksel olarak fark görülmesine de YO'nun deneme grubunda kontrol grubuna oranla daha yüksek çıkması, karayemiş yaprağının 5 g/kg konsantrasyonunda kullanıldığında dahi YO'yu arttırabileceğini göstermektedir. Bu sonuç, Liu ve ark. (2012), Nya ve Austin (2009) ve Park ve Choi (2012)'nin çalışmalarında elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

Akvaryum ortamında yürütülen 4. çalışma sonucunda, YO değerleri KY0, KY1, KY2.5, KY5, KY10 ve KY15 grupları için sırasıyla 1.67 ± 1.67 , 0 , 1.67 ± 1.67 , 25.00 ± 7.64 , 75.00 ± 5.77 ve 71.67 ± 3.33 olarak tespit edilmiştir. KY0, KY1 ve KY2.5 grupları ile diğer gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). KY10 grubuna kadar karayemiş miktarındaki artışla beraber YO değerlerinde

artış olduğu gözlenmiş ancak KY15 grubunda istatistiksel olarak önemli olmayan bir azalma gözlenmiştir. Bu çalışma sonucunda karayemiş ekstaktı ilavesinin yüksek sıcaklık stresi altındaki alabalıklarda stresi azaltarak YO değerini olumlu olarak etkilediği söylenebilir. Mevcut çalışmamızda elde edilen bulgular, Liu ve ark. (2012), Nya ve Austin (2009) ve Park ve Choi (2012)'nin çalışmalarında elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

6.4. Enzim Aktiviteleri

Antioksidan enzimler olan süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) vücuttaki radikalleri süpürerek canlının enzimatik antioksidatif savunmasına katkıda bulunurlar (Nakano ve ark., 2014). Eğer organizma antioksidan savunma sistemini hızlı bir şekilde harekete geçiremiyorsa bu durum balığın sağlığının bozulmasına sebep olabilir. Türlerle göre balıkların sıcak ya da soğuk suya maruz kalmaları yüksek miktarda antioksidan ihtiyacını beraberinde getirir. Birçok bilimsel çalışma sonucunda termal stres oluşturulan balıklarda, yeme ilave edilen antioksidan maddelerin oksidatif hasarı azalttığı bildirilmiştir (Beaulieu ve ark., 2014).

Ön çalışma sonucunda, 4. gün alınan kan örneklerindeki SOD ve CAT aktiviteleri incelendiğinde, SOD aktivitesi KY0, KY1, KY5, KY10 ve KY15 grupları için sırasıyla 4.92 ± 0.97 , 5.72 ± 0.50 , 5.67 ± 1.32 , 3.56 ± 0.57 ve 3.55 ± 0.62 U/ml serum olarak tespit edilmiştir. KY1 grubu ile KY10 ve KY15 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). 15. gün örneklerindeki SOD ve CAT aktiviteleri incelendiğinde tüm gruplarda SOD bakımından artış gözlenmiştir. KY10 (6.19 ± 1.57) ve KY15 (5.56 ± 0.80) gruplarında 4. gün sonuçlarına oranla istatistiksel olarak önemli olmasa da diğer gruplara oranla daha fazla artış tespit edilmiştir ($p > 0.05$). Puangkaew ve ark. (2005)'nin farklı miktarda yeme katılan n-3 yüksek doymamış yağ asitleri (n-3 HUFA) ve E vitamininin gökkuşağı alabalığında antioksidan enzimler üzerine etkilerini inceledikleri çalışmaları sonucunda, yüksek miktarda n-3 HUFA içeren yemle beslenen balıkların plazmasındaki SOD aktivitesinin kontrol grubuna oranla daha düşük olduğu bildirilmiştir. Zheng ve ark. (2009)'nin kekik otunun aktif bileşenleri olan karvakrol ve timol ile Orego-Stim®'in (kekik bitkisinin ana bileşenlerini içeren ticari bir ürün) kanal yayın balığında antioksidan enzimlere etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, plazmadaki CAT ve SOD enzim aktiviteleri bakımından yalnız Orego-Stim® ile beslenen

grupta artış gözlenmiş olup diğer gruplar arasında önemli bir fark gözlenmediği bildirilmiştir. Bu bulgular mevcut çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Akvaryum ortamında yürütülen uygulama çalışması-1'de, 0, 15, 30 ve 45. günlerde örneklenen karaciğerlerde SOD, CAT ve GPx aktiviteleri ticari enzim kitleri ile tespit edilmiştir. Su kalitesinin bozulması nedeniyle K19 ve K21 (sıcaklık stresi altındaki kontrol grupları) gruplarında ölüm gözlenmiş ve bu gruplar için yeniden deneme kurulmuştur. Yeniden kurulan K19 ve K21 gruplarından örneklenen karaciğer dokularındaki enzim aktivitesi sonuçlarında bazı anlamsızlıklar gözlenmiştir. İki çalışma farklı zamanlarda yürütüldüğü için çalışma ve örnekleme ortamındaki değişiklikler ve analizler farklı zamanlarda gerçekleştirildiği için kullanılan solüsyonlar, ortam sıcaklığı gibi etkenler bu anlamsız sonuçlara sebep olmuş olabilir. 0 ve 15. günde, K19 ve K21 grupları için verilen enzim analizi sonuçları, tamamında ölüm gözlenen ilk gruplardan elde edilen sonuçlardır. Yeniden kurulan çalışmadan elde edilen analiz sonuçlarına tezde yer verilmemiştir. Ayrıca bu çalışmada, hazırlanan karaciğer dokusu homojenatındaki protein miktarı tespit edilmediği için enzim aktiviteleri U/mg protein yerine U/ml homojenat birimi ile verilmiştir. Bu bölümde atıf yapılan literatürde, enzim aktiviteleri U/mg karaciğer dokusu olarak verilmiştir. Lygren ve ark. (2000)'nın hiperoksi stresi altındaki Atlantik somonu smoltlarında yeme çeşitli konsantrasyonlarda (0.04, 0.3, 1.1 g/kg yem) ilave edilen all-rac- α -tokoferil asetatın SOD, CAT ve GPx enzimleri üzerine etkilerini inceledikleri 12 hafta süren çalışmaları sonucunda, bu maddenin bu koşullar altında antioksidan enzimlere herhangi bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca El-Gawad ve ark. (2016)'nın farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3) fruktooligosakkarit (bazı bitkilerde doğal olarak bulunan bir karbonhidrat) ilaveli yemlerle beslenen Nil tilapylarında antioksidan enzim aktivitelerini inceledikleri 6 hafta süren çalışmaları sonucunda, SOD aktivitesinin azaldığı, CAT aktivitesinde değişim gözlenmediği ve GPx aktivitesinde azalma gözlendiği bildirilmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen bulgular, Lygren ve ark. (2000)'nin çalışmalarında tüm enzimler, El-Gawad ve ark. (2016)'nin çalışmalarında ise yalnız CAT aktivitesi bakımından elde ettikleri sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte, Metwally (2009)'nin Nil tilapyasında yeme ilave edilen sarımsağın antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisini inceledikleri çalışma sonucunda SOD, CAT ve GPx aktivitelerinin kontrol grubuna oranla önemli miktarda artış gösterdiği bildirilmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen bulgular, Metwally (2009)'nin çalışmasında elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermemektedir.

Ticari yetiştiricilik ortamında yürütülen uygulama çalışmasında, çalışmanın 7. gününde örneklenen karaciğer dokusunda gerçekleştirilen CAT analizlerinin sonuçlarına bakıldığında, kontrol ve deneme grupları için CAT aktivitesi sırasıyla 36.58 ± 2.84 ve 32.43 ± 3.15 U/mg protein olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Deneme sonunda örneklenen karaciğer dokusundaki CAT aktiviteleri incelendiğinde ise kontrol ve deneme grupları için CAT aktivitesi sırasıyla 37.32 ± 6.08 ve 37.25 ± 3.33 U/mg protein olarak tespit edilmiş olup gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Ayrıca her iki grup için de 7. ve 28. günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Giannenas ve ark. (2012)'nin karvakrol ve timol katkılı yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalığında antioksidan enzim aktivitelerini tespit ettikleri çalışmaları sonucunda, yeme ilave edilen bu etken maddelerin CAT aktivitesi üzerinde etki göstermediği bildirilmiştir. Hisar ve ark. (2012)'nin düşük su sıcaklığı (9°C) ile strese sokulan juvenil gökkuşuğu alabalığında yeme ilave edilen diludin, karaciğer enzim aktivitelerine olan etkilerini inceledikleri 10 hafta süren çalışmaları sonucunda, CAT aktivitesi bakımından gruplar arasında fark gözlenmediği bildirilmiştir. Jiang ve ark. (2016)'nin farklı konsantrasyonlarda (0, 1, 5 g/kg) kurkumin ilaveli yemlerle beslenen Japon balığında antioksidan enzim aktivitelerini inceledikleri çalışmaları sonucunda, 5 g/kg kurkumin ilaveli yemle beslenen balıklarda CAT miktarında artış gözlemlendiği ancak 1 g/kg kurkumin ilavesinin CAT aktivitesine etki etmediği bildirilmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen bulgular, Giannenas ve ark. (2012), Hisar ve ark. (2012) ve Jiang ve ark. (2016) ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte, Sönmez ve ark. (2015)'nin gökkuşuğu alabalığında yeme katılan adaçayı, nane ve bahçe kekiği yağlarının antioksidan enzimler üzerine etkisini inceledikleri 60 gün süreli çalışmaları sonucunda, yağ katkısı yapılan tüm gruplarda karaciğer dokusundaki CAT miktarının önemli oranda azaldığı bildirilmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen bulgular, Sönmez ve ark. (2015)'in çalışmasında elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermemektedir.

Enzim aktiviteleri bakımından elde edilen sonuçlar, balık türü, yaşı, uygulanan stres etkeni ve antioksidan maddenin farklı olması nedeniyle farklılık göstermiş olabilir.

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Karayemiş ülkemizin özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetişen, yüksek antioksidan kapasitesi (Engin, 2007), antidiyabetik (Damlacı, 2009), LDL kolesterolünü düşürücü (Liyana-Pathriana ve ark., 2006), antiinflamatuvar ve analjezik (Erdemoğlu ve ark., 2003) özelliklere sahip olduğu bilimsel çalışmalar ile kanıtlanmış bir bitkidir. Bu çalışmada, yeme çeşitli konsantrasyonlarda ilave edilen karayemiş yaprağı ekstraktının sıcaklık stresi altındaki gökkuşağı alabalığında büyüme, yaşama oranı ve bazı antioksidan enzimler üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle, 1'i ön deneme olmak üzere 3 kez akvaryum ortamında, 1 kez ise ticari bir alabalık yetiştiricilik tesisinde olmak üzere dört farklı çalışma yürütülmüştür.

Ön çalışmada, farklı konsantrasyonlarda (0, 1, 5, 10, 15 g/kg) karayemiş yaprağı ekstraktının alabalıklar üzerinde toksik etkisi olmadığı gözlenmiş ve bir sonraki çalışmada kullanılmak üzere en uygun konsantrasyon 15 g/kg yem karayemiş yaprağı ekstraktı olarak belirlenmiştir.

Akvaryum ortamında yürütülen 2. uygulama çalışmasında karayemişin farklı sıcaklıklarda (15, 19, 21°C) büyüme, yaşama oranı ve bazı antioksidan enzimler üzerine olan etkileri incelenmiştir. Buna göre 45 gün süren çalışma sonucunda, karayemiş yaprağı ekstraktının 15°C'de büyümeyi gerilettiği belirlenmiştir. Ancak 21°C grubunda, karayemiş yaprağının büyümeyi olumlu yönde etkilediği gözlenmiştir. Ayrıca çalışmada su kalitesinin bozulmasıyla yaşanan aksaklık sonucunda, 19 ve 21°C gruplarında karayemiş ilaveli yemlerle beslenmeyen gruplardaki (K19 ve K21) bireylerin tamamında ölüm meydana gelmiş olup bu sonuç karayemişin yaşama oranını arttırdığını göstermiştir. 19 ve 21°C gruplarında meydana gelen ölüm nedeniyle enzim aktiviteleri yalnız 15. gün örnekleri arasında kıyaslanmış ve gruplar arasında herhangi bir farklılık gözlenmemiştir.

Ticari yetiştiricilik ortamında, karayemişin (5 g/kg) büyüme, yaşama oranı ve katalaz enzimi üzerine etkileri incelenmiştir. Buna göre, kullanılan konsantrasyonda karayemişin sözü edilen parametrelerde herhangi bir etki göstermediği belirlenmiştir.

Son olarak, akvaryum ortamında yürütülen 4. çalışmada ise farklı konsantrasyonlarda (0, 1, 2.5, 5, 10, 15 g/kg) karayemiş yaprağı ekstraktının yüksek sıcaklıkta (21°C) YO ve YDS'ye etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, YO değerinin, karayemiş yaprağı ekstraktı miktarına bağlı olarak artış

gösterdiği belirlenmiş olup en iyi YO değeri KY10 grubunda tespit edilmiştir. Ayrıca YDS bakımından en iyi değer de KY10 grubunda tespit edilmiştir. Buna göre yüksek sıcaklık stresi altındaki gökkuşağı alabalığında, 10 g karayemiş yaprağı ekstraktı/kg yem ilavesi ile YO'nun arttırılabileceği ve YDS'nin azaltılabileceği söylenebilir.

Stres altında olmayan balıklarda, uzun vadede ve yüksek konsantrasyonda karayemiş büyümede gerilemeye neden olabilir. Stres altında olmayan balıklarda kısa vadede ya da sıcaklık stresi altındaki balıklarda karayemiş yaprağı ekstraktı SBO'yu olumlu yönde etkileyebilir. Ayrıca mevcut çalışmamızda elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, karayemişin stres altında yaşama oranını arttırdığı belirlenmiştir. Sonuç olarak ekonomik ve kolay bulunan bir bitki olan karayemişin, su ürünleri yetiştiriciliğinde yaz aylarındaki sıcaklık artışı süresince yeme ilave edilerek yaşanan kayıpları engelleyen yeni bir antioksidan madde olma potansiyeline sahip olduğu söylenebilir.

İleride yürütülecek daha detaylı bir çalışma ile, çeşitli konsantrasyonlarda yeme katılan karayemiş yaprağı ekstraktının, yetiştiricilik ortamında daha yüksek stok yoğunluğuna sahip ağ kafeslerde yaşama oranı, büyüme performansı ve antioksidan enzimler üzerine etkileri araştırılabilir. Böylece, yaz aylarında yükselen su sıcaklığıyla birlikte, yüksek stok yoğunluğunun ikincil bir stres etkeni olduğu yetiştiricilik ortamında, karayemiş yaprağı ekstraktının kullanılabilirliği değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Tawwab, M.A. 2010. Use of green tea, *Camellia sinensis* L., in practical diet for growth and protection of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), against *Aeromonas hydrophila* infection. Journal of the World Aquaculture Society 41; 2: 203-213.
- Akbulut, B., Kurtoğlu, İ.Z., Üstündağ, E., Aksungur, M. 2009. Karadeniz Bölgesi'nde balık yetiştiriciliğinin tarihsel gelişimi ve gelecek projeksiyonu. Journal of Fisheriesciences.com, 3 (2): 76-85.
- Akkol, E.K., Kirmizibekmez, H., Kucukboyaci, N., Goren, A.C., Yesilada, E. 2012. Isolation of active constituents from cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) leaves through bioassay-guided procedures. J Ethnopharmacol 139: 527-532.
- Alasalvar, C., Al-Farsi, M., Shahidi, F. 2005. Compositional characteristics and antioxidant components of cherry laurel varieties and pekmez. Journal of Food Science 70: 47-52.
- Almroth, B.C. 2008. Oxidative damage in fish used as biomarkers in field and laboratory studies. Doktora tezi, Gothenburg Üniversitesi, İsveç, 74 s.
- Almroth, B.C., Asker, N., Wassmur, B., Rosengren, M., Jutfelt, F., Gräns, A., Sundell, K., Axelsson, M., Sturve, J. 2015. Warmer water temperature results in oxidative damage in an Antarctic fish, the bald notothen. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 468: 130-137.
- Anonim, 2015a. http://tubives.com/index.php?sayfa=1&tax_id=3537 (Erişim tarihi: 01.03.2015)
- Anonim, 2015b. <http://www.biriz.biz/rize/karayemis.htm> (Erişim tarihi: 05.03.2015)
- Anonim, 2017a. https://www.theaquariumwiki.com/The_Nitrogen_Cycle (Erişim tarihi: 27.04.2017)
- Anonim, 2017b. <http://www.tropicalfishkeeping.com/member-submitted-articles/freshwater-cycling-methods-3067/> (Erişim tarihi: 15.08.2017)
- Anonim, 2017c. http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500015796.pdf (Erişim tarihi: 15.05.2017)
- AOAC, 1980. Animal Feed. W. Horwitz (Ed.). Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists, 13th Edition 7:125. USA.
- Ashley, P.J. 2007. Fish welfare: Current issues in aquaculture. Applied Animal Behaviour Science, 104: 199-235.
- Bagnyukova, T.V., Lushchak, O.V., Storey, K.B., Lushchak, V.I. 2007. Oxidative stress and antioxidant defense responses by goldfish tissues to acute change of temperature from 3 to 23°C. Journal of Thermal Biology, 32: 227-234.
- Barton, B.A. 2002. Stress in fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. Integ. and Comp. Biol. 42; 517-525.

- Barton, B.A., Morgan, J.D., Vijayan, M.M. 2002. Physiological and condition related indicators of environmental stress in fish. In: Adams, S.M., Ed., Biological Indicators of Aquatic Ecosystem Stress, American Fisheries Society, Bethesda, 111-148.
- Beaulieu, M., Haas, A., Schaefer, H.M. 2014. Self-supplementation and effects of dietary antioxidants during acute thermal stress. The Journal of Experimental Biology 217: 370-375.
- Birben, E., Sahiner, U.M., Sackesen, C., Erzurum, S., Kalayci, O. 2012. Oxidative stress and antioxidant defense. WAO Journal, 5: 9-19.
- Boyd, C.E., Tucker, C.S. 1998. Pond Aquaculture Water Quality Management. Springer Science+Business Media New York, 699s.
- Bragadóttir, M. 2001. Endogenous antioxidants in fish. A literature review. Yüksek lisans tezi, University of Iceland.
- Castro, C., Pérez-Jiménez, A., Guerreiro, I., Peres, H., Castro-Cunha, M., Oliva-Teles, A. 2012. Effects of temperature and dietary protein level on hepatic oxidative status of Senegalese sole juveniles (*Solea senegalensis*). Comparative Biochemistry and Physiology, Part A, 163: 372-378.
- Cheng, G., Hao, H., Xie, S., Wang, X., Dai, M., Huang, L., Yuan, Z. 2014. Antibiotic alternatives: the substitution of antibiotics in animal husbandry? Frontiers in Microbiology, 5: 1-15.
- Conte, F.S. 2004. Stress and the welfare of cultured fish. Applied Animal Behaviour Science, 86: 205-223.
- Coutant, C. 1976. Thermal effects on fish ecology. In: Encyclopedia of Environmental Science and Engineering. NY: Gordon and Breach Publishers. 1976; 891-896.
- Cuesta, A., Rodríguez, Esteban, M.A., Meseguer, J. 2005. In vivo effects of propolis, a honeybee product, on gilthead seabream innate immune responses. Fish&Shellfish Immunology, 18: 71-80.
- Çelikkale, M.S. 1994. İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği. Cilt I, 2. Baskı. Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Trabzon.
- Dadras, H., Hayatbakhsh, M.R, Shelton, W.L, Golpour, A. 2016. Effects of dietary administration of Rose hip and Safflower on growth performance, haematological, biochemical parameters and innate immune response of Beluga, *Huso huso* (Linnaeus, 1758). Fish&Shellfish Immunology, 59: 109-114.
- Damlacı, T. 2009. *Laurocerasus officinalis* Roem bitkisi üzerinde yapılan biyolojik aktivite çalışmaları. Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi.
- Davies, K.J.A. 2000. Oxidative stress: the paradox of aerobic life. Biochem. Soc. Symp. 61; 1-31.
- Dedi, J., Hutama, A.A., Nurhayati, T., Wasjan, Vinasyam, A. 2016. Growth performance and flesh quality of common carp, *Cyprinus carpio* feeding on the diet

- supplemented with cinnamon (*Cinnamomum burmannii*) leaf. AACL Bioflux, 9 (5): 937-943.
- Demir, S., Turan, İ., Demir, F., Ayazoğlu Demir, E., Aliyazıcıoğlu, A. 2017. Cytotoxic effect of *Laurocerasus officinalis* extract on human cancer cell lines. Marmara Pharmaceutical Journal, 21: 121-126.
- Deng, J., An, Q., Bi, B., Wang, Q., Kong, L., Tao, L., Zhang, X. 2011. Effect of ethanolic extract of propolis on growth performance and plasma biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fish Physiol Biochem 37: 959-967.
- Devakumar, C., Chinnasamy, A. 2015. Dietary administration of natural immunostimulants on growth performance, haematological, biochemical parameters and disease resistance of Asian Sea bass *Lates calcarifer* (Bloch, 1790). Aquaculture Research, 2015, 1-15.
- Di Giulio, R.T, Washburn, P.C, Wenning, R. 1989. Biochemical responses in aquatic animals: a review of determinants of oxidative stress. Environmenral Toxicology und Chemistry, 8: 1103-1123.
- Dursun, S. 2010. Karayemişte (*Prunus laurocerasus* L.) siyanür içerikli amigdalin ve prunasın miktarlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu Üniversitesi.
- Egemen, Ö. 2011. Su Kalitesi. Ege Üniversitesi Yayınları, Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:14, 7. Baskı, İzmir, 150 s.
- Ekambaram, P., Narayanan, M., Jayachandran, T. 2014. Changes in oxidative stress and antioxidant status in stressed fish brain. International Journal of Science and Research 3; 5: 164-170.
- Elliott, J.M. 1981. Some aspects of thermal stress on freshwater teleosts. In Stress and Fish (ed. A. D. Pickering), pp. 209-245. Academic Press, London.
- El-Gawad, E.A.A., El-Latif, A.M.A., Shourbela, R.M. 2016. Enhancement of antioxidant activity, non-specific immunity and growth performance of nile tilapia, *Oreochromis niloticus* by dietary fructooligosaccharide. Journal of Aquaculture Research&Development, 7: 427.
- Embuscado, M.E. 2015. Spices and herbs: Natural sources of antioxidants – a mini review. Journal of Functional Foods 18: 811-9.
- Engin, M.S. 2007. Taflan (*Laurocerasus officinalis* Roem.) bitkisinin meyve, çekirdek ve yapraklarının mevsim değişikliğine göre antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi ve fenolik bileşik tayini. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı.
- Erdemoğlu, N., Küpeli, E., Yeşilada, E. 2003. Anti-inflammatory and antinociceptive activity assessment of plants used as remedy in Turkish folk medicine. Journal of Ethno-Pharmacology, 89: 123-129.
- Ertürk, Ö., Kara, Ö., Sezer, E., Şan, G. 2004. Lahana yaprakgüvesi (*Plutella xylostella*, L.)'nin (Lepidoptera; Plutellidae) gelişmesi üzerine bazı bitki özütlerinin toksik etkileri. Ekoloji, 13 (50): 18-22.

- FAO, 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Roma, 200 s.
- Filho, D.W., Torres, M.A., Tribess, T.B., Pedrosa, R.C., Soares, C.H.L. 2001. Influence of season and pollution on the antioxidant defenses of the cichlid fish acar (*Geophagus brasiliensis*). Brazilian Jornal of Medical and Biological Research, 34: 719-726.
- Gabriel, N.N., Qiang, J., He, J., Ma, X.Y., Kpundeh, M.D., Xu, P. 2015. Dietary *Aloe vera* supplementation on growth performance, some haemato-biochemical parameters and disease resistance against *Streptococcus iniae* in tilapia (GIFT). Fish & Shellfish Immunology 44: 504-514.
- Gabriel, U.U, Akinrotimi, O.A. 2011. Management of stress in fish for sustainable aquaculture development. Researcher, 3: 28-38.
- Galhardo, L., Oliveira, L.F. 2009. Psychological stress and welfare in fish. Annual Review of Biomedical Sciences 11; 1-20.
- Giannenas, I., Triantafillou, E. Stavrakakis, S., Margaroni, M., Mavridis, S., Steiner, T., Karagouni, E. 2012. Assessment of dietary supplementation with carvacrol or thymol containing feed additives on performance, intestinal microbiota and antioxidant status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 350-353: 26-32.
- Gke, A., Whalon, M.E., am, H., Yanar, Y., Demirta, ., Gren, N. 2007. Contact and residual toxicities of 30 plant extracts to Colorado potato beetle larvae. Archives Of Phytopathology and Plant Protection, 40: 441-450.
- Gabor, E.F., Ichim, O., uteu, M. 2012. Phyto-additives in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) nutrition. Biharean Biologist, 6 (2): 134-139.
- Govind, P., Madhuri, S., Mandloi, A.K. 2012. Immunostimulant effect of medicinal plants on fish. International Research Journal of Pharmacy, 3 (3): 112-114.
- Guardiola, F., Porcino, C., Cerezuela, R., Esteban, M.A. 2017. Impact of date palm fruits extracts and probiotic enriched diet on antioxidant status, innate immune response and immune-related gene expression of European seabass (*Dicentrarchus labrax*). Fish & Shellfish Immunology, 52: 298-308.
- Gutteridge, J.M.C. 1995. Lipid peroxidation and antioxidants as biomarkers of tissue damage. Clin. Chem., 41 (12) : 1819-1828.
- Gutteridge, J.M, Halliwell, B. 1995. Antioxidants in Nutrition, Health and Disease. Oxford University Press, Oxford, UK 1994 (Mehta ve Gowder, 2015'ten alıntı).
- Harper, C., Wolf, J.C. 2009. Morphologic Effects of the Stress Response in Fish. ILAR Journal, 50 (4): 387-96.
- Heise, K., Puntarulo, S., Nikinmaa, M., Abele, D., Prtner, H.O. 2006. Oxidative stress during stressful heat exposure and recovery in the North Sea eelpout *Zoarces viviparus* L. The Journal of Experimental Biology, 209: 353-363.

- Hisar, O., Yanık, T., Kocaman, E.M., Arslan, M., Slukvin, A., Goncharova, R. 2012. Effects of diludine supplementation on growth performance, liver antioxidant enzyme activities and muscular trace elements of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles at low water temperature. *Aquaculture Nutrition*, 18: 211-219.
- Immanuel, G., Uma, R.P., Iyapparaj, P., Citarasu, T., Peter, P.S.M., Babu, M.M., Palavesam, A., 2009. *Journal of Fish Biology*, 74: 1462-1475.
- Iwama, G.K., 1998. Stress in fish. *Annals New York Academy of Sciences*, 304-310.
- Iwama, G.K., Viyajan, M.M., Forsyth, R.B., Ackerman, P.A. 1999. Heat Shock Proteins and Physiological Stress in Fish. *Amer. Zool.*, 39: 901-909.
- Jiang, J., Wu, X.Y., Zhou, X.Q., Feng, L., Liub, Y., Jiang, W.D., Wu, P., Zhao, Y. 2016. Effects of dietary curcumin supplementation on growth performance, intestinal digestive enzyme activities and antioxidant capacity of crucian carp *Carassius auratus*. *Aquaculture*, 463: 174-180.
- Kalmar, B. Greensmith, L. 2009. Induction of heat shock proteins for protein against oxidative stress. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 61: 310–318.
- Karahalil, F.Y., Şahin, H. 2011. Phenolic composition and antioxidant capacity of Cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) sampled from Trabzon region, Turkey. *African Journal of Biotechnology* 10; 72: 16293-9.
- Kayhan, F.E., Duman, B.S. 2010. Heat shock protein genes in fish. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 287-293.
- Keleştemur, G.T., 2009. Oksijen stresi altındaki gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792) yavrularının büyüme, yem değerlendirme ve bazı dokularına “A” ve “E” vitaminlerinin etkileri. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 85 s.
- Koca, N., Karadeniz, F. 2003. Serbest radikal oluşum mekanizmaları ve vücuttaki antioksidan savunma sistemleri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 32-37.
- Kim, H.S., Kim, H.J., Choi, D.G., Jang, B., Cho, S.H., Kwon, M.G., Min, B.H., Kim, D.S. 2016. Effect of various sources of dietary additives on growth, body composition, and challenge test survival of juvenile rockfish (*Sebastes schlegeli*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16: 759-766 .
- Kolaylı, S., Keha, E.A.1999. Comparative study of antioxidant enzyme activities in freshwater and seawater-adapted rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J Biochem Molecular Toxicology*, 13: 334-337.
- Kolaylı, S., Küçük, M., Duran, C., Candan, F., Dinçer, B. 2003. Chemical and antioxidant properties of *Laurocerasus officinalis* Roem. (Cherry Laurel) fruit grown in the Black Sea Region. *J. Agric. Food Chem.* 51: 7489-7494.
- Kramer, D.L. 1987. Dissolved oxygen and fish behavior. *Environmental Biology of Fishes*, 18 (2): 81-92.
- Kubilay, A., Uluköy, G. 2002. The effects of acute stress on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turk. J. Zool.*, 26: 249-254.

- Küçükbay, F.Z., Yazlak, H., Karaca, I., Şahin, N., Tuzcu, M., Çakmak, M.N., Şahin, K. 2009. The effect of dietary organic or inorganic selenium in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under crowding conditions. *Aquaculture Nutrition*, 15: 569-576.
- Lee, D.H., Ra, C.S., Song, Y.H., Sung, K., Kim, J.D. 2012. Effects of dietary garlic extract on growth, feed utilization and whole body composition of juvenile sterlet sturgeon (*Acipenser ruthenus*). *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 25 (4): 577-583.
- Lesser, M.P. 2006. Oxidative stress in marine environments: Biochemistry and physiological ecology. *Annu. Rev. Physiol.*, 68: 253-278.
- Liu, B., Xie, J., Ge, X., Xu, P., Miao, L., Zhou, Q., Pan, L., Chen, R. 2012. Comparison study of the effects of anthraquinone extract and emodin from *Rheum officinale* Bail on the physiological response, disease resistance of *Megalobrama amblycephala* under high temperature stress. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12: 905-916.
- Liyana-Pathirana, C.M., Shahidi, F., Alasalvar, C. 2006. Antioxidant activity of cherry laurel fruit (*Laurocerasus officinalis* Roem.) and its concentrated juice. *Food Chemistry*, 99: 121–128.
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. 2010. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Review*, 4 (8): 118-126.
- Long, H.C. 1924. *Plants Poisonous to Live Stock*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lorentzen, K. 2013. Cellular lipid homeostasis and oxidative stress responses in the liver of Atlantic cod (*Gadus morhua*) exposed to a quantifiable measure of climate change (CO₂) and perfluorooctane sulfonate (PFOS). Yüksek Lisans Tezi, Norwegian University of Science and Technology.
- Lou, B., Xu, D., Xu, H., Zhan, W., Mao, G., Shi, H. 2011. Effect of high water temperature on growth, survival and antioxidant enzyme activities in the Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *African Journal of Agricultural Research* 6: 2875-82.
- Lowe, C.J., Davison, W. 2005. Plasma osmolarity, glucose concentration and erythrocyte responses of two Antarctic nototheniid fishes to acute and chronic thermal change. *Journal of Fish Biology*, 67: 752-766.
- Lushchak, V., Bagnyukova, T.V. 2006. Temperature increase results in oxidative stress in goldfish tissues. 1. Indices of oxidative stress. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 143: 30-35.
- Lushchak, V.I. 2011. Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals. *Aquatic Toxicology*, 101: 13-30.
- Lygren, B., Hamre, K., Waagbo, R. 2000. Effect of induced hyperoxia on the antioxidant status of Atlantic salmon *Salmo salar* L. fed three different levels of dietary vitamin E. *Aquaculture Research*, 31: 401-407.

- Machado, C., Zaleski, T., Rodrigues, E., dos Santos Carvalho, C., Correia Cadena, S.M.S., Gozzi, G.J., Krebsbach, P., Sant'Anna Rios, F., Donatti, L., 2014. Effect of temperature acclimation on the liver antioxidant defence system of the Antarctic nototheniids *Notothenia coriiceps* and *Notothenia rossii*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 172-173: 21-28.
- Madeira, D., Narciso, L., Cabral, H.N., Vinagre, C. 2012. Thermal tolerance and potential impacts of climate change on coastal and estuarine organisms. *Journal of Sea Research*, 70: 32-41.
- Maenner, K., Vahjen, W., Simon, O. 2011. Studies on the effects of essential oil-based feed additives on performance, ileal nutrient digestibility and selected bacterial groups in the gastrointestinal tract of piglets. *Journal of Animal Science*, 89 (7): 2106-2112.
- Manju, M., Akbarsha, M.A., Oomen, O.V. 2012. In vivo protective effect of dietary curcumin in fish *Anabas testudineus* (Bloch). *Fish. Pysiol. Biochem.*, 38: 309-318.
- Martínez-Álvarez, R.M., Morales, A.E., Sanz, A. 2005. Antioxidant defenses in fish: Biotic and abiotic factors. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15: 75-88.
- Mehta, S.K., Gowder, S.J.T. 2015. Members of antioxidant machinery and their functions. *IntechOpen*, <http://dx.doi.org/10.5772/61884>
- Metin, S., Didinen, B. I., Kubilay, A., Pala, M., Aker, İ. 2015. Bazı tıbbi bitkilerin gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) üzerinde anestezi etkilerinin belirlenmesi. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 1 (1): 37-42.
- Metwally, M.A.A. 2009. Effects of garlic (*Allium sativum*) on some antioxidant activities in *Tilapia nilotica*. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 1: 56-64.
- Mushahida-Al-Noor, S., Hossain, D., Islam, A. 2012. The study of fillet proximate composition, growth performance and survival rate of striped catfish fed with diets containing different amounts of alpha-tocopherol (vitamin-E). *Journal of Bio-Sci.*, 20: 67-74.
- Nakano, T., Kameda, M., Shoji, Y., Hayashi, S., Yamaguchi, T. 2014. Effect of severe environmental thermal stress on redox state in salmon. *Redox Biology*, 2: 772-776.
- Narayanaswamy, N., Balakrishnan, K.P. 2011. Evaluation of some medicinal plants for their antioxidant properties. *International Journal of PharmTech Research*, 3; 1: 381-5.
- Nya, E.J., Austin, B. 2009. Use of dietary ginger, *Zingiber officinale* Roscoe, as an immunostimulant to control *Aeromonas hydrophila* infections in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *J. Fish Dis.* 32; 11: 971-9.
- Newman, S.G. 2000. Management and prevention of stress in aquaculture with a focus on farmed shrimp. Fourth Latin American Aquaculture Congress and Seafood Trade Show, Oct 25-28, 2000.
- Oliva-Teles, A. 2012. Nutrition and health of aquaculture fish. *Journal of Fish Diseases*, 35: 83-108.

- Parihar, M.N., Dubey, A.K., Javeri, T., Prakash, P. 1996. Changes in lipid peroxidation, superoxide dismutase activity, ascorbic acid and phospholipid content in liver of freshwater catfish *Heteropneustes fossilis* exposed to elevated temperature. *Journal of Thermal Biology*, 21 (5/6): 323-330.
- Park, K.H, Choi, S.H. 2012. The effect of mistletoe, *Viscum album coloratum*, extract on innate immune response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology*, 32: 1016-1021.
- Pasnik, D.J., Evans, J.J., Klesius, P.H. 2010. Stress in fish. In: *Fundamentals of Ornamental Fish Health*, Ed.: Helen E. Roberts. Wiley-Blackwell, 244 s.
- Pickering, A.D. 1992. Rainbow trout husbandry: Management of the stress response. *Aquaculture*, 100; 125-139.
- Pitaksong, T., Kupittayanant, P., Boonanuntanasarn, S. 2012. The effects of vitamins C and E on the growth, tissue accumulation and prophylactic response to thermal and acidic stress of hybrid catfish. *Aquaculture Nutrition*, 19 (2): 148-162.
- Prior, R.L., Cao, G. 2001. In vivo total antioxidant capacity: Comparison of different analytical methods. In: *Bio-Assays for Oxidative Stress Status* (Ed. W.A. Pryor) Elsevier,
- Prunet, P., Cairns, M.T., Winberg, S., Pottinger, T.G. 2008. Functional genomics of stress responses in fish. *Reviews in Fisheries Science* 16; 157-166.
- Puangkaew, J., Kiron, V., Satoh, S., 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.
- Reverter, M., Bontemps, N., Lecchini, D., Banaigs, B., Sasal, P. 2014. Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: Current status and future perspectives. *Aquaculture*, 433: 50–61.
- Robinson, M.E. 1929. Methods for the determination of the nitrogenous constituents of a cyanoporic plant: *Prunus laurocerasus*. *Biochemical Journal*, 23 (5): 1099-1113.
- Roohi, Z., Imanpoor, M.R., Jafari, V., Taghizadeh, V. 2015. The use of fenugreek seed meal in fish diets: growth performance, haematological and biochemical parameters, survival and stress resistance of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture Research*, 2015: 1-7
- Rudneva I. 2014. *Biomarkers for Stress in Fish Embryos and Larvae*. CRC Press, Boca Raton.
- Sahan, Y. 2011. Effect of *Prunus laurocerasus* L. (Cherry laurel) leaf extracts on growth of bread spoilage fungi. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17 (1): 83-92.
- Sakai, M. 1999. Current research status of fish immunostimulants. *Aquaculture*, 172 (1-2): 63–92.

- Savaşer, S., Ceylan, M., Akçimen, U., Bektaş, Z.H., Yener, O., Bulut, C. 2016. Effect of ginger (*Zingiber officinale*) on growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). 4. Ulusal Alabalık Kongresi 05-08 Ekim 2016, Afyon.
- Schreck, C.B., Contreras-Sanchez, W., Fitzpatrick, M.S. 2001. Effects of stress on fish reproduction, gamete quality, and progeny. *Aquaculture*, 197: 3-24.
- Selye, H. 1984. The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation. *The Journal of Clinical Endocrinology*, 6 (2): 117-229.
- Selong, J.H., McMahon, T.E. 2001. Effect of temperature on growth and survival of bull trout, with application of an improved method for determining thermal tolerance in fishes. *Transactions of the American Fisheries Society*, 130: 1026-1037.
- Sesay, D.F., Habte-Tsion, H.M., Zhou, Q., Ren, M., Xie, J., Liu, B., Chen, R., Pan, L. 2016. Effects of dietary folic acid on the growth, digestive enzyme activity, immune response and antioxidant enzyme activity of blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*) fingerling. *Aquaculture*, 452: 142-150.
- Sevcikova, M., Modra, H., Slaninova, A., Svobodova, Z. 2011. Metals as a cause of oxidative stress in fish: a review. *Veterinarni Medicina*, 56 (11): 537-546.
- Shalaby, A.M., Khattab, Y.A., Abdel Rahman, A.M. 2006. Effects of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *J. Venom. Anim. Toxins incl. Trop. Dis.*, 12 (2): 172-201.
- Sivaram, V., Babu, M.M., Immanuel, G., Murugadass, S., Citarasu, T., Marian, M.P. 2004. Growth and immune response of juvenile greasy groupers (*Epinephelus tauvina*) fed with herbal antibacterial active principle supplemented diets against *Vibrio harveyi* infections. *Aquaculture*, 237: 9 –20.
- Sorg, O. 2004. Oxidative stress: a theoretical model or biological reality? *C.R. Biologies*, 327: 649-662.
- Sönmez, A.Y., Bilen, S., Alak, G., Hisar, O., Yanık, T., Biswas, G. 2015. Growth performance and antioxidant enzyme activities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles fed diets supplemented with sage, mint and thyme oils. *Fish. Pysiol. Biochem.*, 41: 165-175.
- Stoliar, O.B., Lushchak, V.I. 2012. Environmental Pollution and Oxidative Stress in Fish. Ed., Volodymyr I. Lushchak. In: *Oxidative Stress – Environmental Induction and Dietary Antioxidants*. IntechOpen, DOI: 10.5772/38094.
- Sumpter, J.P. 1997. The endocrinology of stress. In: *Fish Stress and Health in Aquaculture* (Iwama, G.K., Pickering, A.D., Sumpter, J.P., Schreck, C.B. (Editors)), Cambridge University Press, UK, pp. 95-118.
- Sülüsoğlu, M., Çavuşoğlu, A. 2010. Vegetative propagation of Cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) using semi-hardwood cuttings. *African Journal of Agricultural Research*, 5 (23): 3196-3202.

- Syahidah, A., Saad, C.R., Daud, H.M., Abdelhadi, Y.M. 2015. Status and potential of herbal applications in aquaculture: A review. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 14 (1): 27-44.
- Şahin, K., Yazlak, H., Orhan, C., Tuzcu, M., Akdemir, F., Şahin, N. 2014. The effect of lycopene on antioxidant status in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared under high stocking density. *Aquaculture*, 418-419: 132-138.
- Şenaylı, A., Şahin, A., Şenaylı, Y., Elmastaş, M. 2012. Evaluation the anti-diabetic activity of cherry laurel (*Laurocerasus officinalis*). *The Open Conference Proceedings Journal*, 3: 8-12.
- Tacchi, L., Lowrey, L., Musharrafieh, R., Crossey, K., Larragoite, E.T., Salinas, I. 2015. Effects of transportation stress and addition of salt to transport water on the skin mucosal homeostasis of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 435: 120-127.
- Tazi, S.M.A., El-Mukhtar, M.A., Mohamed, K.A., Tabidi, M.H. 2014. Effect of using black pepper as natural feed additive on performance and carcass quality of broiler chicks. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*, 4 (2): 108-113.
- Templeman, N.M., LeBlanc, S., Perry, S.F., Currie, S. 2014. Linking physiological and cellular responses to thermal stress: β -adrenergic blockade reduces the heat shock response in fish. *J. Comp. Physiol. B.*, 184: 719-728.
- Tocher, D.R., Mourente, G., Van der Eecken, A., Evjemo, J.O., Diaz, E., Wille, M., Bell, J.G., Olsen, Y. 2003. Comparative study of antioxidant defence mechanisms in marine fish fed variable levels of oxidised oil and vitamin E. *Aquaculture International*, 11: 195-216.
- Trenzado, C., Hidalgo, M.C., García-Gallego, M. 2006. Antioxidant enzymes and lipid peroxidation in sturgeon *Acipenser naccarii* and trout *Oncorhynchus mykiss*. A comparative study. *Aquaculture*, 254: 758-767.
- Turan, H., Kaya, Y., Sönmez, G. 2006. Balık etinin besin değeri ve insan sağlığındaki yeri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23: 505-508.
- TÜİK, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr>
- Ural, M.Ş. 2010. Chlorpyrifos-induced changes in oxidant antioxidant status and haematological parameters of *Cyprinus carpio carpio*: Ameliorative effect of lycopene. *Chemosphere*, 90: 2059-2064.
- Vinagre, C., Madeira, D., Narciso, L., Cabral, H.N., Diniz, M. 2012. Effect of temperature on oxidative stress in fish: Lipid peroxidation and catalase activity in the muscle of juvenile seabass, *Dicentrarchus labrax*. *Ecological Indicators*, 23: 274-279.
- Vinagre, C., Madeira, D., Mendonça, V., Dias, M., Roma, J., Diniz, M.S. 2014. Effect of increasing temperature in the differential activity of oxidative stress biomarkers in various tissues of the Rock goby, *Gobius paganellus*. *Marine Environmental Research*, 97: 10-14.

- Vinodhini, R., Narayanan, M. 2009. Biochemical changes of antioxidant enzymes in common carp (*Cyprinus carpio* L.) after heavy metal exposure. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 33 (4): 273-8.
- Wang, Y., Liu, Z., Li, Z., Shi, H., Kang, Y., Wang, J., Huang, J., Jiang, L. 2016. Effects of heat stress on respiratory burst, oxidative damage and SERPINH1 (HSP47) mRNA expression in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Fish Physiol Biochem*, 42: 701–710.
- Wedemeyer, G.A. 1997. Effects of rearing conditions on the health and physiological quality of fish in intensive culture. In: *Fish Stress and Health in Aquaculture* (Iwama, G.K., Pickering, A.D., Sumpter, J.P., Schreck, C.B. (Editors)), Cambridge University Press, UK, pp. 35-71.
- Witeska, M. 2005. Stress in fish: Hematological and immunological effects of heavy metals. *Electric Journal of Ichthyology*, 2005 (1): 35-41.
- Wu, G., Yuan, C., Shen, M., Tang, J., Gong, Y., Li, D., Sun, F., Huang, C., Han, X. 2007. Immunological and biochemical parameters in carp (*Cyprinus carpio*) after Qompsell feed ingredients for long-term administration. *Aquaculture Research*, 38: 246-255.
- Yang, W.Z., Benchaar, C., Ametaj, B.N., Chaves, A.V., He, M.L., McAllister, T.A. 2007. Effects of garlic and juniper berry essential oils on ruminal fermentation, site and extent of digestion in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 90: 5671-5681.
- Yonar, M.E. 2011. Protective effect of lycopene on oxidative stress and antioxidant status in *Cyprinus carpio* during cypermethrin exposure. *Wiley Periodicals*, Doi: 10.1002/tox.20757
- Zheng, Z.I., Tan, J.Y.W., Zhou, X.H., Xiang, X., Wang, K.Y. 2009. Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 292: 214-218.
- Zhou, Q., Li, K., Jun, X., Bo, L. 2009. Role and functions of beneficial microorganisms in sustainable aquaculture. *Bioresource Technology*, 100: 3780–3786.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	: Ayşe PARLAK AKYÜZ
Doğum Tarihi ve Yeri	: 20.01.1984/Bafra
Yabancı Dili	: İngilizce
E-posta	: ayseparlak83@yahoo.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Doktora	Su Ürünleri Yetiştiriciliği	Sinop Üniversitesi	2017
Y. Lisans	Su Ürünleri Yetiştiriciliği	Sinop Üniversitesi	2011
Lisans	Çevre Mühendisliği	Marmara Üniversitesi	2009

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2010-2017	Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	Araştırma Görevlisi

YAYINLARI

Makale

1. Dernekbaşı, S., Karayücel, I., **Parlak Akyüz, A.** 2017. Effect of diets containing laurel seed oil on growth and fatty acid composition of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture Nutrition, 23, 219-227.
2. Dernekbaşı, S., Karayücel, I., **Parlak Akyüz, A.** 2017. Evaluation Of sesame (*Sesamum indicum*) seed meal as a replacer for soybean meal in the diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 34 (1), 31-39
3. Ustaoglu Tırlı, S., Dernekbaşı, S., Karayücel, İ., Kerim M., **Parlak Akyüz A.** 2016. Effects of canola and safflower oil supplementation in diets on growth performance and fatty acid composition of russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt 1833). The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh, IJA_68.2016.1222, 10 pages.
4. Dernekbaşı, S., **Parlak Akyüz, A.**, Hamzaoğlu, G. 2013. Balık yemlerinde bitkisel protein kaynaklarının kullanımı; yağlı tohum proteinleri. Turkish Journal of Aquatic Sciences, 28 (2), 143-164.

Bildiri

1. Dernekbaşı, S., Karayücel, I., **Parlak Akyüz, A.** 2016. Evaluation of sesame (*Sesamum indicum*) seed meal as a replacer for soybean meal in the diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792). Sözlü Sunum, Faba 2016: International Symposium On Fisheries And Aquatic Sciences. 03-05 Kasım 2016, Antalya
2. Ustaoglu Tırlı, S., Dernekbaşı, S., Karayücel, İ., Kerim, M., **Parlak Akyüz, A.** 2015. Karaca mersin balığı (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt 1833) yeminde kanola ve aspir yağı kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisi. 18. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 01-04 Eylül 2015, İzmir.
3. **Parlak Akyüz, A.**, Karayücel, I., Dernekbaşı, S. 2015. Balık yetiştiriciliğinde antibiyotik kullanımı ve çevreye etkileri. Ekoloji 2015, 06-08 Mayıs 2015, Sinop.
4. **Parlak Akyüz, A.**, Karayücel, I. 2015. Su ürünleri yetiştiriciliğinde stres yönetimi. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım Ve Gıda Kongresi, 28-30 Nisan 2015, Nevşehir.
5. Dernekbaşı, S., **Parlak Akyüz, A.**, Karayücel, I. 2015. Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan antioksidanlar. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım Ve Gıda Kongresi, 28-30 Nisan 2015, Nevşehir.
6. **Parlak Akyüz, A.**, Karayücel, I. 2013. Balıklarda poliklorlu bileşikler. 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 03-06 Eylül 2013, İstanbul.
7. Dernekbaşı, S., **Parlak Akyüz, A.**, Hamzaoğlu, G. 2013. Balık yemlerinde bitkisel protein kaynaklarının kullanımı yağlı tohum proteinleri. 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 03-06 Eylül 2013, İstanbul.

Proje

1. “Yüksek sıcaklıkla oksidatif stres oluşturulan gökkuşuğu alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) Karayemiş Yaprağı (*Laurocerasus officinalis*) ekstraktının bazı antioksidan enzimler üzerine etkisinin incelenmesi”. Yükseköğretim kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, Araştırmacı, 2015-Halen devam etmekte.
2. “Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792) yeminde susam tohumu küspesinin kullanım olanaklarının araştırılması”. Yükseköğretim kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, Araştırmacı, 01.02.2014-01.02.2016.

EKLER

Ek-1 Tezde Geçen Balıklar ve Latince İsimleri

Acara çiklit	<i>Geophagus brasiliensis</i>
Anabas balığı	<i>Anabas testudineus</i>
Asya deniz levreği	<i>Lates calcarifer</i>
Atlantik somonu	<i>Salmo salar</i>
Aynalı sazan	<i>Cyprinus carpio carpio</i>
Çipura	<i>Sparus aurata</i>
Çizgili levrek	<i>Morone saxatilis</i>
Gökkuşağı alabalığı	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Halibut	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>
İnce dudaklı kefal	<i>Liza ramada</i>
İri ağızlı siyah levrek	<i>Micropterus salmoides</i>
İşkine	<i>Sciaenops ocellatus</i>
Japon balığı	<i>Carassius auratus</i>
Japon pisi balığı	<i>Paralichthys olivaceus</i>
Kalkan	<i>Scophthalmus maximus</i>
Kanal yayını	<i>Ictalurus punctatus</i>
Karagöz	<i>Diplodus vulgaris</i>
Kaya balığı	<i>Gobius paganellus</i>
Kedi balığı	<i>Heteropneustes fossilis</i>
Koho somonu	<i>Oncorhynchus kisutch</i>
Kömürcü kaya balığı	<i>Gobius niger</i>
Lahoz	<i>Epinephelus tauvina</i>
Levrek	<i>Dicentrarchus labrax</i>
Mermer morina	<i>Notothenia rossii</i>
Mersin morinası	<i>Huso huso</i>
Nil tilapyası	<i>Oreochromis niloticus</i>
Sargoz	<i>Diplodus sargus</i>
Sazan balığı	<i>Cyprinus carpio</i>
Senegal dil balığı	<i>Solea senegalensis</i>
Siyah morina	<i>Notothenia coriiceps</i>
Tilapya	<i>Oreochromis mossambicus</i>
Yılan balığı anası	<i>Zoarcetes viviparus</i>

Ek-2 Terimler Sözlüğü

Abiyotik: Canlı organizmalardan kaynaklanmayan, içinde bulunduğu canlıyı etkileyen iklim ya da habitat gibi fiziksel koşullar.

Aldehit: Alkollerin oksitlenmesiyle oluşan, -CHO grubu içeren bir organik bileşik.

Alkan: Doymuş alifatik hidrokarbonların genel adı.

Aminoasit kalıntıları: Diğer bir amino asidin bir molekülüne bağlanarak su kaybeden amino asit molekülü.

Anabolik: Organizmada basit maddelerden karmaşık maddeler oluşturulması.

Anoksik: Oksijen eksikliği veya yokluğu.

Apoptotik: Programlı hücre ölümü. Bazı hücrelerde yıkıcı enzimler tarafından gerçekleştirilen hücrenin kendini yok etmesi işlemi.

Biotik: Canlı organizma kaynaklı.

Fenton reaksiyonları: Ferröz (Fe^{2+}) ve hidrojen peroksitin (H_2O_2) enzimatik olmayan reaksiyonları sonucu oluşan hidroksil radikali ($\text{HO}\cdot$), hidroksit iyonu (OH^-) ve ferrik (Fe^{3+}) oluşması.

Glikojenoliz: Glukozun glikojene parçalanması.

Hiperoksi: Oksijen konsantrasyonunun anormal derecede artış göstermesi.

Hipoksi: Oksijen eksikliği.

Homeostazi: Canlı organizmada denge durumu.

Katabolik: Hücreler tarafından karmaşık maddelerin daha basit maddelere çevrilerek enerji açığa çıkarılması.

Katekolamin: Adrenalin ve dopamin gibi çok sayıda sinir ileticisinin (neurotransmitter) yer aldığı aromatik aminlerin bir sınıfı.

Kofaktör: Büyük bir molekülün çalışması için gerekli bir atom ya da molekül.

Kosubstrat: Çoklu substrata sahip bir enzimin ikinci ya da diğer substratı.

Kromafin hücre: Adrenal medulla ve sempatik sinir sisteminde paragangliada (kromafin hücrelerden oluşmuş düğümçük) bulunan krom tuzlarıyla reaksiyona girerek kahverengimsi bir sarı renk veren hücre.

Moleküler şaperon: Diğer protein moleküllerini şekillendirerek hücrelerden salgılanmaları ya da temizlenmelerini veya reseptör olarak düzgün bir şekilde çalışmalarını sağlayan bir protein.

Nekrotik: Bir organ ya da dokudaki hücrelerin çoğunluğu ya da tamamının hastalık, hasar ya da kan dolaşımında gözlenen aksaklıklar nedeniyle ölmesi.

Reaktif oksijen türü: eşleşmemiş bir elektrona sahip ve bu sayede yüksek derecede reaktif olma özelliğindeki oksijen molekül ve iyonları.

Singlet oksijen: süperoksit ve hipoklorit iyonları ile hidrojen peroksit reaksiyona girmesi sonucu oluşan yüksek aktiviteye sahip oksijen formu.

Siyanojenik glikozit: Metabolizmada siyanür oluşturma potansiyeline sahip bir glikozit.

Terimler sözlüğü aşağıdaki kaynaklar kullanılarak hazırlanmıştır:

- <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com>
- <http://www.dictionary.com/>
- <http://www.tdk.gov.tr/>