

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**YÜKSEK YOĞUNLUKTA STOKLANAN JAPON BALIKLARINDA
(*Carassius auratus*) UDİ HİNDİ HİDROSOLÜ KATKILI YEMLERİN
ANTIOKSİDAN PARAMETRELERE ETKİSİ**

Gökhan AKSU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

DANIŞMAN

Prof. Dr. Volkan KIZAK

2. DANIŞMAN

Doç. Dr. Önder AKSU

TUNCELİ-2023

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK YOĞUNLUKTA STOKLANAN JAPON BALIKLARINDA
(*Carassius auratus*) UDİ HİNDİ HİDROSOLÜ KATKILI YEMLERİN
ANTIOKSİDAN PARAMETRELERE ETKİSİ

Gökhan AKSU
(200100011)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Volkan KIZAK
2. DANIŞMAN
Doç. Dr. Önder AKSU

TUNCELİ-2023

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK YOĞUNLUKTA STOKLANAN JAPON BALIKLARINDA
(*Carassius auratus*) UDİ HİNDİ HİDROSOLÜ KATKILI YEMLERİN
ANTIÖKSİDAN PARAMETRELERE ETKİSİ

Gökhan AKSU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 17/05/2023 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza:.....

İmza:.....

İmza:.....

Prof. Dr. Volkan KIZAK
(Munzur Üniversitesi)

Doç. Dr. Başar
ALTINTERİM (Malatya
Turgut Özal Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi
Abdullatif ÖLÇÜLÜ
(Munzur Üniversitesi)

DANIŞMAN

ÜYE

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Murat KORUNUR
Enstitü Müdürü

Bu çalışma, Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: YLMUB022-12

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynakgösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı "Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu"ndaki hükümlere tabidir.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza
Gökhan AKSU

Danışman
Prof. Dr. Volkan KIZAK

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimin boyunca beni yönlendiren, bilgilendiren, her türlü desteğini gördüğüm ve tecrübelerinden istifade ettiğim tez danışmanım Prof. Dr. Volkan KIZAK'a ve Doç. Dr. Önder AKSU'ya teşekkür ederim.

Gökhan AKSU
TUNCELİ-2023



İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	I
TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ŞEKİLLER LİSTESİ	IV
TABLOLAR LİSTESİ	V
RESİMLER LİSTESİ	VI
KISALTMALAR LİSTESİ	VII
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
1. GİRİŞ.....	1
1.2. Yüksek Stoklama Yoğunluğunun Balıklara Etkileri	3
1.3. Balıklarda Stres ve Etkileri	5
1.4. Oksidatif Stres	6
1.4.1. Balıklarda Oksidatif Stres	7
1.5. Antioksidanlar	7
1.6. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Özellikleri ve Kullanım Alanları	9
1.7. Bitkisel Antioksidanlar	11
1.8. Udi Hindi Bitkisi	11
1.9. Hidrosol	12
1.10. Japon Balığı (<i>Carassius auratus</i> L., 1758).....	13
1.11. Önceki Çalışmalar	14
2. MATERYAL VE METOT	20
2.1. Deneme Yeri ve Çalışma Alanı	20
2.2. Balık Materyali, Deneme Yemi ve Udi Hindi Hidrosölü.....	21
2.3. Deneme Planı.....	22
2.4. Ölçümler	22
2.4.1. Su Parametreleri Ölçümleri	22
2.4.2. Canlı Ağırlık Ölçümleri.....	22
2.4.3. Antioksidan Analizleri.....	23
2.4.3.1. Diseksiyonla Kas Dokusu Alımı	23
2.4.3.2. Süpernatantların Hazırlanması	24
2.4.3.3. Biyokimyasal Analizler	25
2.4.4. İstatistiksel Analizler	27
3. BULGULAR	28
3.1. Su Parametreleri	28
3.2. Büyüme Verileri	28
3.3. Antioksidan Verileri	30
4. TARTIŞMA	33
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	38
6. KAYNAKLAR.....	39
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 3.1. Japon balığı deneme gruplarının zamana göre canlı ağırlık artışları. 29
- Şekil 3.2. Deneme gruplarına göre Japon balığı kas MDA antioksidan seviyeleri..... 31
- Şekil 3.3. Deneme gruplarına göre Japon balığı kas CAT antioksidan seviyeleri. 31
- Şekil 3.4. Deneme gruplarına göre Japon balığı kas SOD antioksidan seviyeleri. 32



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. 2020-2021 yılları Türkiye su ürünleri üretimi (TÜİK, 2021).....	2
Tablo 3.1. Udi hindi hidrosol çalışmasında kontrol ve deneme gruplarında ölçülen su sıcaklığı, çözünmüş oksijen ve pH değerleri (ortalama \pm standart hata).....	28
Tablo 3.2. Udi hindi hidrosol çalışmasında kontrol ve deneme gruplarında 30 günlük deneme sürecinde elde edilen canlı ağırlık (gr) değerleri (ortalama \pm standart hata).	28
Tablo 3.3. Udi hindi hidrosol çalışmasında kontrol ve deneme gruplarında 30 gün sonunda elde edilen büyüme parametreleri.....	29
Tablo 3.4. Udi hindi hidrosolü çalışmasında kontrol ve deneme gruplarında elde edilen antioksidan değerler.....	30



RESİMLER LİSTESİ

Resim 2.1. Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi (Orijinal).20	
Resim 2.2. Japon balıklarından oluşturulan 3 tekerrürlü deneme grupları (Orijinal). 21	
Resim 2.3. Denemede kullanılan akvaryum balığı yemi (Orijinal). 21	
Resim 2.4. Udi hindi hidrosolü ilave edilmiş akvaryum balığı yemi (Orijinal). 22	
Resim 2.5. Japon balığından kas dokusu alımı (Orijinal). 23	
Resim 2.6. Kas dokularının homojenize edilmesinde kullanılan homojenizatör. 24	
Resim 2.7. Homojenizasyon işlemi sırasında ependorf tüpler buz kalıbı içinde tutulması. 24	
Resim 2.8. Santrifüj sonrası ependorf tüpler içinde süpernatantlar. 25	
Resim 2.9. MDA, SOD ve CAT antioksidan kitleri. 25	
Resim 2.10. Mikropipetler, mikroplate yıkama cihazı, etüv. 26	
Resim 2.11. Antioksidan kit solüsyonlarının mikroplate içine konulması. 26	
Resim 2.12. Bilgisayarlı mikroplate reader. 26	

KISALTMALAR LİSTESİ

CAT	: Katalaz
CNS	: Central nervous system
DNA	: Deoksiribo nükleik asit
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
FCR	: Yem Dönüşüm Oranı
HİD	: Hidrosol
H₂O₂	: Hidrojen Peroksit
gr	: Gram
GPx	: Glutasyon peroksidaz
GSH-Px	: Glutasyon peroksidaz
GST	: Glutasyon S transferaz
lt	: Litre
MB	: Mutlak Büyüme
MDA	: Malondialdehit
mg	: Miligram
NBO	: Nispi Büyüme Oranı
No	: Numara
O₂	: Moleküler oksijen
OH	: Hidroksil radikali
p	: Güven aralığı
pH	: Asitlik bazlık derecesi
ROS	: Reaktif oksijen türleri
rpm	: dakikadaki devir sayısı
SBO	: Spesifik Büyüme Oranı
SOD	: Süperoksit dismutaz
\$: Amerikan Doları
T	: Periyot
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
vb	: ve benzeri
W_t	: Son canlı ağırlık (gr)
W_i	: İlk canlı ağırlık (gr)
w/v	: Hacimde ağırlıkça yüzde
µl	: Mikrolitre
°C	: Santigrat derece

ÖZET

Bu tez çalışması, balık yemine farklı oranlarda udi hindi hidrosolü ilavesinin düşük ve yüksek yoğunluklarda stoklanan Japon balığında büyümeye ve oksidatif stres düzeylerine etkisini araştırmak için yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, yüksek stoklama yoğunluğuna sahip Kontrol H grubu, düşük stoklama yoğunluğundaki Kontrol L grubuna göre büyüme ve büyüme parametreleri bakımından geride kalmıştır. Bu da Japon balıklarının büyümesinde ve yem değerlendirmesinde yüksek stoklama yoğunluğunun olumsuz etkisini ortaya koymaktadır. Araştırma sonuçları, yüksek stoklama yoğunluğunun balık büyümesinde sebep olduğu dezavantajlı durumun bertaraf edilmesinde balık yemlerine udi hindi hidrosolü ilavesinin faydalı bir metot olabileceğini göstermektedir. Japon balığı kas MDA seviyesi en yüksek Kontrol H grubunda, en düşük ise Kontrol L grubunda tespit edildi. Japon balıklarında yüksek stoklama yoğunluğunun oksidatif strese neden olduğu belirlenmiştir. Udi hindi hidrosolü katkılı yemlerle beslenen Japon balıklarının kaslarında MDA seviyeleri Kontrol H grubuna kıyasla azalmıştır. Udi hindi hidrosolü katkılı yemlerle besleme yapma MDA seviyesini düşürmede etkili olmuştur. Udi hindi hidrosolü takviyesinin stres altındaki Japon balıklarında kas dokusu CAT ve SOD enzim seviyelerini arttırdığı ve MDA seviyesini düşürdüğü belirlenmiştir. Bu sonuçlar, %0,5 ve %1 oranında udi hindi hidrosolü ilaveli yemlerle yapılan beslemenin, yüksek stoklama yoğunluğundaki Japon balığında oksidatif stresin azaltılmasında önemli rol oynadığını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Japon balığı, udi hindi, hidrosol, antioksidan parametre.

ABSTRACT

The Effect of Agarwood Hydrosol Supplemented Feed on Antioxidant Parameters in Goldfish (*Carassius auratus*) Stocked in High Density

This thesis study was carried out to investigate the effect of agarwood hydrosol supplemented feed on growth and oxidative stress levels in goldfish stocked at low and high densities. According to the findings, the Control H group with high stocking density lagged behind the Control L group with low stocking density in terms of growth and growth parameters. This reveals the negative effect of high stocking density on the growth and feed utilization of goldfish. The results of the research show that the addition of agarwood hydrosol to fish feeds can be a useful method for eliminating the disadvantageous situation in fish growth caused by high stocking density. Goldfish muscle MDA level was highest in Control H group and lowest in Control L group. It has been determined that high stocking density causes oxidative stress in goldfish. MDA levels in the muscles of goldfish fed with agarwood hydrosol supplemented diets were decreased compared to the Control H group. Feeding with agarwood hydrosol supplemented feed was effective in reducing the MDA level. It was determined that agarwood hydrosol supplementation increased muscle tissue CAT and SOD enzyme levels and decreased MDA levels in stressed goldfish. These results show that feeding with 0.5% and 1% agarwood hydrosol supplemented feeds plays an important role in reducing oxidative stress of goldfish stocked in high density.

Key words: Goldfish, agarwood, hydrosol, antioxidant parameter.

1. GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği, kontrollü veya yarı kontrollü koşullar altında sucul bitki ve hayvanların kültürüdür, en basit ifadeyle su altı tarımıdır. Dünyanın en hızlı büyüyen gıda üretim sektörü olan su ürünleri yetiştiriciliği, insan popülasyonu için yüksek kaliteli protein üretiminin en verimli ve düşük çevresel etki yöntemlerinden biri olmasına izin veren doğal özelliklere sahiptir. Bunlar, diğer hayvan tarımı biçimlerinden çok daha yüksek gıda dönüştürme verimliliklerini içerir. Su ürünleri yetiştiriciliği, hem yetiştirilen suda yaşayan organizma türleri açısından hem de kullanılan üretim dalları açısından son derece çeşitlidir (Tidwell ve Bright, 2019). Farklı su kaynaklarında insanların ihtiyaçlarına göre su ürünlerinden kabuklu hayvan, yumuşakça, balık ve su bitkisi çeşitlerinin üretilmesi ve yetiştirilmesi aşamalarını içeren su ürünleri yetiştiriciliği üretiminin artan teknolojik gelişmelerin etkisiyle üretim kapasitesinin avcılık üretimine göre gitgide yükseldiği görülmektedir (Altief, 2018).

Toplam balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği üretimi, büyük ölçüde özellikle Asya'da su ürünleri yetiştiriciliğinin büyümesi sebebiyle 178 milyon tonu suda yaşayan hayvanlar ve 36 milyon tonu alg olmak üzere 2020'de 214 milyon ton rekor seviyeye ulaştı. İnsan tüketimine ayrılan miktar (algler hariç) kişi başına 20,2 kg civarındadır ve bu, 1960'larda kişi başına ortalama 9,9 kg olan miktarın iki katından fazladır. Birincil sektörde tahminen 58,5 milyon kişinin istihdam edildiği düşünülmektedir. Uluslararası balıkçılık ve su ürünleri ticareti, esasen COVID-19'un patlak vermesi nedeniyle 2018'deki rekor seviye olan 165 milyar \$'dan 2020'de yaklaşık 151 milyar \$'a düşmüştür (FAO, 2022).

2020 yılında küresel akuakültür üretimi, toplam değeri 281,5 milyar \$ ile 122,6 milyon ton rekor seviyeye ulaştı. Su hayvanları 87,5 milyon tonu, algler ise 35,1 milyon tonu oluşturdu. 2020'de Şili, Çin ve Norveç'teki genişlemenin etkisiyle küresel akuakültür üretimi, iki büyük üretici ülke olan Mısır ve Nijerya'daki düşüş nedeniyle Afrika dışındaki tüm bölgelerde arttı. Afrika'nın geri kalanı 2019'a göre %14,5 büyüme elde etti. Asya, toplamın %91,6'sını üreterek dünya su ürünleri yetiştiriciliğine hâkim olmaya devam etti. Sürdürülebilir su ürünleri gelişimi, su ürünlerine yönelik artan talebi karşılamak için kritik olmaya devam etmektedir (FAO, 2022).

Türkiye'de su ürünleri üretimi 2021 yılında bir önceki yıla göre %1,8 artarak 799.851 ton olarak gerçekleşti. Üretimin %32,8'ini avcılık yoluyla elde edilen deniz balıkları,

%4,1'ini avcılık yoluyla elde edilen diğ er deniz ürünleri, %4,1'ini avcılık yoluyla elde edilen iç su ürünleri ve %59'unu yetiştiricilik ürünleri oluşturdu. Avcılık yoluyla yapılan toplam üretim 328.165 ton olurken, yetiştiricilik üretimi 471.686 ton olarak gerçekleşti. Deniz ürünleri avcılığı bir önceki yıla göre %10,9 azaldı, iç su ürünleri avcılığı %0,1 arttı. Yetiştiricilik yoluyla yapılan üretimin 2021 yılında 335.644 tonu denizlerde, 136.042 tonu iç sularda gerçekleşti. Yetiştirilen en önemli balık türü iç sularda 135.732 ton ile alabalık, denizlerde ise 155.151 ton ile levrek ve 133.476 ton ile çipura oldu (TÜİK, 2021).

Tablo 1.1. 2020-2021 yılları Türkiye su ürünleri üretimi (TÜİK, 2021).

Üretim (ton)	2020 yılı	2021 yılı	Değişim (%)
Toplam su ürünleri üretimi (ton)	785.810,8	799.851,3	1,8
Avcılık üretimi (ton)	364.399,8	328.165,3	-9,9
Yetiştiricilik üretimi (ton)	421.411,0	471.686,0	11,9

Yetiştiriciliği yapılan balıkların refahı giderek artan bir ilgi konusudur ve başlıca ilgi alanlarından biri de stoklama yoğunluğudur (North ve ark., 2006). Balık ve kabuklu deniz hayvanlarının yüksek yoğunlukta yetiştirildiği yoğunlaştırılmış su ürünleri yetiştiriciliği, patojenlerin yayılmasını potansiyel olarak kolaylaştırabilir, stresli ve bağışıklığı baskılanmış hayvanların neden olduğu hastalık salgınlarının sıklığını artırabilir (Dawood ve ark., 2019; Hoseini ve ark., 2019).

Kültür balıklarında çok sayıda hastalığın tedavisinde ve önlenmesinde geleneksel olarak antibiyotikler ve dezenfektanlar gibi çeşitli kemoterapötik maddeler kullanılmaktadır. Ancak, antibiyotiklerin yanlış ve sürekli kullanımı antibiyotiğe dirençli bakterilerin potansiyel gelişimine, çevre kirliliğine yol açabileceğinden önerilmemektedir. Bu nedenle, balık hastalıklarını tedavi etmek için antibiyotiklerin etkinliği artık garanti edilememektedir. Birçok ülke, belirli kemoterapötiklerin kullanımını yasaklamış ve ayrıca antibiyotikler ve kimyasallarla işlenmiş kültür balıkçılığı ürünlerini ithal etmeyi reddetmiştir. Bu nedenle araştırmacılar, kemoterapötik ajanlar yerine kültür balıklarının büyüme performansını ve sağlık ve bağışıklık sistemini artıran alternatif diyet takviyelerinin geliştirilmesinde bitkiler ve bitkiler gibi doğal ürünlerden yararlanma çabalarını yoğunlaştırmışlardır. Otlar ve şifalı bitkiler, balık kültüründe önemli bir terapötik

kaynak olma potansiyeli içermektedir, çünkü bu ürünler tedavi için daha ucuz bir kaynak ve toksisiteye neden olmadan daha fazla doğruluk sağlayabilmektedir (Syahidah ve ark., 2015). Bitkisel ilaç alanında, doğallıkları ve düşük yan etkileri nedeniyle birçok ülkede hızlı bir gelişme vardır (Brahmachari, 2001).

Fitoterapi ve farmakoloji yönünden tıbbi ve aromatik bitkilerin, insan ve hayvanlarda kullanımını ve önemi son yıllarda dikkat çekici şekilde artmıştır. Bu bitkiler nutrasötik, terapötik, antimikrobiyal, antimitojenik, antikanser, antioksidan özelliklerinden ve yararlarından dolayı kullanılmaktadır. Bu nedenledir ki, bu bitkilere olan talep günden güne artmaktadır (Rota ve ark., 2008; Zantar ve ark., 2015; Pereira ve ark., 2016; Altınterim ve ark., 2018a). Bazı bitki türleri balıklar üzerinde farklı çalışmalarda dezenfektan veya terapötikler şeklinde kullanılabilir (Chang ve ark., 2001; Chorianopoulos ve ark., 2008; Altınterim ve ark., 2018a; Altınterim ve ark., 2018b). Bitkiler balıklara genellikle farklı yöntemler ile doğrudan verilir veya suyun özelliklerini değiştirerek balığa etki ettirmek üzere su ortamına bırakılır (Altınterim ve ark., 2012). Tıbbi bitkilerden olan udi hindi, *Aquilaria agallocha*, Thymelaeaceae familyasındadır. Geniş tıbbi özellikleri nedeniyle değerli bir bitkidir (Alam ve ark., 2015).

Fitokimyasal, farmakolojik ve tıbbi özellikleri ile birçok faydalı yönleri bulunan udi hindi bitkisiyle ilgili olarak su ürünleri alanında bir uygulama ve araştırma mevcut değildir. Udi hindi hidrosolüyle Japon balıkları üzerine yapılacak bu çalışma bir ilk olma özelliği taşıyacaktır. Bu tez çalışmasıyla, udi hindi hidrosolünün yüksek yoğunlukta stoklanan Japon balıklarında antioksidan ve büyüme parametreleri üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Yüksek Stoklama Yoğunluğunun Balıklara Etkileri

Yoğun olarak yetiştirilen balıkların refahına yönelik artan kamu, hükümet ve ticari ilgi vardır ve stoklama yoğunluğu özel bir endişe alanı olarak vurgulanmıştır. Bununla birlikte, artan stoklama yoğunluğun yaygın olarak bildirilen etkileri, yem dönüşümü verimliliğinde, beslenme durumunda ve büyümede azalma ve yüzgeç erozyonunda artıştır. Etkilerin büyüklüğü çalışmaya özgü koşullara bağlı olma eğiliminde olmasına rağmen, bu tür değişiklikler azalan bir refah durumunun göstergesidir. Artan stoklama yoğunluğunun balığın büyüme oranını ve kondisyon faktörünü düşürmesi, yüksek yoğunluğun etkili bir şekilde bir "stres etkeni" olduğunun dolaylı kanıtıdır (Ellis ve ark., 2002).

Su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerinin görünen verimliliği, yetiştirme yoğunluklarının arttırılmasıyla maksimize edilebilir. Bununla birlikte, yüksek yoğunlukta yetiştirilen balıklarda genellikle zayıf büyüme ve artan hastalık insidansı gözlemlenmiştir, ancak bu sorunların doğrudan yüksek yetiştirme yoğunluğuyla mı yoksa genellikle bu tür yoğunluklarla ilişkilendirilen zayıf su kalitesinden mi kaynaklandığı net değildir (Meade ve ark., 1985; Montero ve ark., 1999). Bununla birlikte de de Oliveira ve ark. (2012) göre daha yüksek stoklama yoğunlukları, normalde su ürünleri yetiştirme havuzlarında ana stres faktörü olan düşük su kalitesiyle sonuçlanmıştır. Yüksek stoklama yoğunluğunun, kültür balığı popülasyonları üzerinde, ölüm ve zayıf büyüme ile sonuçlanan davranış değişiklikleri ve zayıf yem kullanımı gibi çok çeşitli etkiler ürettiği gösterilmiştir. Yüksek stoklama yoğunluğunun balıklarda kronik stres ve enerji kaynaklarının mobilizasyonuna neden olduğu da bildirilmiştir (Montero ve ark. 1999).

Stoklama yoğunluğunun metabolizma, büyüme ve kültür şartlarıyla ilişkili stres üzerinde derin bir etkisi vardır ve yoğunluğun etkileri türe özgüdür (Chatterjee ve ark., 2006). Balık yetiştiriciliği sektöründe stoklama yoğunluğundaki varyasyonlar gibi bazı yaygın stratejiler ve prosedürler, balıklar için bir stres kaynağı olabilir. Stoklama yoğunluğu, balık refahı ve yetiştiriciliğin verimliliği ile doğrudan ilişkilidir ve üretimin ekonomik getirisinde belirleyici bir faktör olabilir. Optimal yoğunluk, büyüme oranlarında veya çevresel kalitede önemli bir azalmaya neden olmayan yoğunluktur (van de Nieuwegiessen ve ark., 2008; Braun ve ark., 2010). Westers (2001), taşıma kapasitesi (fizyolojik gereksinimler) ölçümlerinden farklı olarak, güvenli, optimal alan gereksinimleri belirlemenin daha zor olduğunu, bu nedenle de farklı balık türleri ve boyutları için optimum stoklama yoğunluklarının henüz anlaşılmadığını belirtmektedir. Bu da birçok balık türünün optimal stoklama yoğunluklarının tespit edilmesinin önemini göstermektedir.

Ticari su ürünleri yetiştiriciliğinde, daha yüksek stoklama yoğunluklarında çalıştırma üretim maliyetlerini azaltabilir, ancak yüksek stoklama yoğunluğu olumsuz fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklerle sonuçlanan, su kalitesinde bozulma, olumsuz sosyal etkileşimler veya aşırı kalabalık ile ilişkili kronik strese neden olan bir stres etkenidir (Montero ve ark., 1999; Bolasina ve ark., 2006). Bu nedenle, yeterli sağlıklı üretimi sağlamak için balık ve kabuklu deniz hayvanı hastalıklarını önlemeye ve tedavi etmeye yönelik alternatif sürdürülebilir stratejilere acilen ihtiyaç vardır (Dawood ve ark., 2020).

Canlının stres durumunda karşılaşılabileceği olumsuz durumları bertaraf etme de doğal yöntemlere başvurmak kaçınılmaz olmaktadır.

Balık yetiştiriciliğinde büyümede ve yaşama oranında en yüksek verimi sağlayabilmek adına stres kaynağının tespit edilmesi ve stresin asgari düzeye indirilmesi önemlidir. Stres, reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimini artırabilen toksik metabolitlerin veya ürünlerin birikmesinden kaynaklanan oksidatif stres olarak da kendini gösterir. Hücre bileşenlerine ve işlevlerine zarar veren bu türler, zararlı etkilerini nötralize etme işlevine sahip olan antioksidanların üretimi ile dengelenir. Katalaz ve süperoksit dismutaz enzimleri ile glutasyon peroksidaz gibi glutatyona bağımlı enzimler antioksidan fonksiyonlara sahiptir (Ahmad ve ark. 2000; Sevgiler ve ark. 2004).

1.3. Balıklarda Stres ve Etkileri

Kalabalık kültür düzenlerinden gelen balıklar, devamlı bir şekilde, balıkların biyokimyasal ve fizyolojik şartlarında önemli değişikliklere neden olan fiziksel, biyolojik ve kimyasal hastalıklarında içeren çeşitli stres etkenlerine karşı karşıya kalmaktadırlar. Biyolojik haldeki homeostazi baskılayan başkalaşım, stresin yaygın sonucu olarak görülebilir ve sonunda da balık sağlığını olumsuz yönde etkiler. Bitkilerde yer alan muhtelif kimyasal karışımlar, organizmaların serbest radikal zararlarının sebebiyet verdiği oksidatif stresle başedebilmesini sağlayan antioksidanları içerir, bunun sonucunda ise balığın genel fizyolojik halini tedavi eder (Syahidah ve ark., 2015).

Genetik farklılıklar nedeniyle balıkların bir stres etkenine tepkisi farklılıklar gösterebilmektedir. Stres tepkisindeki varyasyonlar, balığın çevresel geçmişi, mevcut çevre koşulları ve balığın mevcut fizyolojik durumu ile ortaya çıkar. Balıkların stressiz olduğu anı her zaman fark edemeyebiliriz, çünkü klinik stres belirtilerinin olmaması her zaman balığın stressiz olduğu anlamına gelmemektedir. Stresin klinik belirtileriyle ilgili yanlış negatiflik olasılığının farkında olunması gerekmektedir. Bir stres etkeninin ciddiyetini tam olarak veya doğru bir şekilde anlamak için klinik verileri kullanamayız (Schreck ve Tort, 2016).

Birçok stres etkeni belirli türlere özgüdür ve strese karşı tepki balıkta genetik bir bileşene sahiptir. Stres tepkisi genetiksel, mevsimsel, yetiştiricilik geçmişi ve beslenme durumu gibi çevresel faktörlere göre değişir. Çevresel stres etkenleri temel olarak olumsuz fiziksel ve kimyasallar içerir. Su kalitesindeki değişiklikler balıkları strese sokabilir. Sudaki

metaller ve diğer kirleticiler ciddi strese neden olabilir. Patofizyolojik stres etkenleri dahil olmak üzere çok çeşitli potansiyel stres etkenleri balıkları fiziksel ve fizyolojik olarak rahatsız eder. Balıkları tutma, kalabalıklaştırma, hapsetme, taşıma veya diğer fiziksel rahatsızlık biçimlerinin de fizyolojik bileşenleri vardır. Bunların çoğu yoğun balık kültüründe uygulanan hem yoğun stoklama hem de ticari gıda üretimidir. Avcılık tükenene kadar balık tutmak veya onları bir ağda tutmak, 30-60 saniye boyunca sudan çıkarmak akut stresi incelemek için kullanılan yaygın protokollerdir. Bu durumlar balıkları strese sokmaktadır (Iwama ve ark., 1999).

1.4. Oksidatif Stres

Moleküler oksijen (O_2), temel hücresel işlevlerde hayati rollere hizmet eden önde gelen biyolojik elektron alıcısıdır. Bununla birlikte, O_2 'nin yararlı özellikleri, süperoksit ($O_2^{\cdot-}$), hidrojen peroksit ve hidroksil radikali (OH^{\cdot}) gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) istemeden oluşmasını sağlar. Azalmazsa, ROS aerobik hücreler için ciddi bir tehdit oluşturur veya onların ölümüne neden olur. ROS'un zararlı etkilerini en aza indirmek için, aerobik organizmalar enzimatik olmayan ve enzimatik antioksidan savunmalar geliştirmişlerdir. Enzimatik antioksidan savunmalar; katalazları, peroksidazları, süperoksit dismutazları ve glutatyon S transferazları (GST) içerir (Scandalios, 2005).

ROS'un zararlı etkilerini en aza indirmek için, aerobik organizmalar hem enzimatik olmayan hem de enzimatik antioksidan savunmalar geliştirmişlerdir. Enzimatik olmayan savunmalar, C ve E vitaminleri, glutatyon ve β -karoten gibi içsel antioksidan özelliklere sahip bileşikler içerir. Süperoksit dismutazlar (SOD), katalazlar (CAT) ve peroksidazlar gibi tamamen enzimatik savunmalar, süperoksit radikallerini ve hidrojen peroksidi doğrudan temizleyerek onları daha az reaktif türlere dönüştürerek korur. SOD'lar $O_2^{\cdot-}$ 'nin H_2O_2 'ye dismutasyonunu katalize eder ve CAT ve peroksidazlar H_2O_2 'yi $2H_2O$ 'ya indirir. Bazı koşullar altında CAT, verimli bir peroksidaz görevi görebilir. SOD ve CAT, birlikte ön cephe antioksidan savunmaları olarak hizmet eder (Scandalios, 2005).

$O_2^{\cdot-}$, H_2O_2 ve OH^{\cdot} gibi ROS'lar, tüm aerobik organizmalarda üretilir ve normalde hücrede antioksidan moleküllerle denge içinde bulunur. Oksidatif stres, antioksidanların tükenmesi veya aşırı ROS birikimi veya her ikisi nedeniyle bu kritik denge bozulduğunda ortaya çıkar. Yani, antioksidanlar tükendiğinde ve/veya ROS oluşumu savunmanın baş etme yeteneğinin ötesinde artarsa, oksidatif stres ve bunun zararlı sonuçları ortaya çıkar. Bu tür

stres, ciddi şekilde olumsuz ortamlar veya fizyolojik koşullar biyolojik sistemleri bunalıtığında ortaya çıkar. Hücreler normalde redoks dengesini korumak için oksidanların ve antioksidanların üretimini dengeleyebilir. Oksidatif stres, bu denge aşırı ROS seviyeleri veya antioksidan savunmaların tükenmesi ile bozulduğunda ortaya çıkar. Oksidatif stres meydana geldiğinde hücreler, oksidan etkilere karşı koyma ve kritik homeostatik parametreleri sıfırlayarak redoks dengesini yeniden sağlama işlevi görür (Scandalios, 2005).

1.4.1. Balıklarda Oksidatif Stres

Oksijenin hücresel fonksiyonlara faydalı özelliklerinin yanı sıra, enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanların oluşumu ile nötralize edilebilen ROS oluşumu ile bazı istenmeyen hasarlara neden olabilir. Diğer tüm omurgalılarda olduğu gibi, çeşitli oksidatif stresörlere maruz kalan balıklarda bu hasarlar görülebilir (Chowdhury ve Saikia, 2020). Su ürünleri yetiştiriciliğinde yüksek yoğunluk, ROS üretimini artıran bir stres kaynağıdır (Braun ve ark., 2010). Oksidatif stres, antioksidanların aktivitesi ile reaktif oksijen türlerinin oluşumu arasında bir dengesizlik olduğunda ortaya çıkar (Lushchak, 2011). Bu ROS, hücresel bileşenlere ve otooksidasyon işlevine zarar vererek oksidatif hasara ve hastalık ve ölüm vakalarının artmasına neden olabilir (Sayeed ve ark., 2003; Herrera ve ark., 2009; Iwama ve ark., 2011).

1.5. Antioksidanlar

Antioksidanlar, küçük miktarlarda bile kolayca oksitlenebilen maddelerin oksidasyonunu önleyebilen veya geciktirebilen maddeler olarak tanımlanır. Antioksidan, belirli bir oksitleyici enzimi inhibe edebilen veya diğer moleküllere zarar vermeden önce oksitleyici ajanlarla reaksiyona giren bir madde veya metal iyonlarını tutan bir madde veya hatta demir taşıyıcı protein gibi sistemi tamir edebilen bir madde olarak da tanımlanır. Sayısız fizyolojik ve biyokimyasal süreçle insan vücudunda serbest radikallerin ve diğer reaktif oksijen türlerinin üretimi olmaktadır, ancak bunların aşırı üretimi hastalıkların gelişmesine yol açabilir (Akpınar, 2021). Oksidatif stres ve glikasyon, diyabet ve vasküler komplikasyonların ortaya çıkmasında önemli bir rol oynar. Antioksidan ve antiglikasyon özellikli ajanlar bu patolojik değişiklikleri geciktirebilir (Meenatchi ve ark., 2017).

Serbest radikaller ve oksidatif stres tüm organizmalar için elzem olan bir faktör olan oksijen; kükürt, karbon, nitrojen ve hidrojen ile organik moleküllerin esaslarını oluşturur. Fakat aerobik organizmalar bütün hücrelerinde meydana gelen metabolik tepkimeler için

ihtiyaç duyulan oksijen, aşırı riskli zararlı yapıda olan serbest radikallere dönüşmektedir. Prooksidanların meydana gelmesi ve antioksidanlarca imha edilme hızları dengededir. Denge hali bozulursa, oksidatif bozunma ile canlılarda birçok bozukluk ortaya çıkarak canlının mühim zarar görmesine ve üstelik ölümüne neden olmaktadır. Kararlı yapıda olan ROS üretimi ve antioksidan ve moleküler oksidasyon tüketim aerobik hücrelerde devamlı olarak ortaya çıkmaktadır (Can ve Ark., 2022).

Antioksidan savunma sistemi, balık sağlığı durumu ve bağışıklık sistemi ile yüksek oranda bağlantılıdır (Kuhn ve ark., 2009; Dawood ve ark., 2016). Süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz, hücreleri radikal saldırılardan koruyan enzimlerdir. Katalaz, hidrojen peroksidi orantısız hale getirir ve SOD, süperoksit anyonunu dismutasyona hizmet eden bir oksidoredüktazdır (Matsumoto ve ark., 1991). Süperoksit dismutaz ve katalazın önemli antioksidan enzimler olarak değerlendirilmesi, suda yaşayan organizmaların antioksidan kapasitesini göstermenin yanı sıra oksidatif stresin biyobelirteçleri olarak kabul edilebilir (Aruoma, 1998).

Birçok sentetik antioksidanın toksik ve tehlikeli yan etkileri ve doğal antioksidanların ve meyvelerde, sebzelerde ve diyet antioksidanlarında bulunan fenolik bileşiklerin muazzam faydası, birçok insanın diyetlerinde daha fazla doğal antioksidan tüketimine olan ilgisini artırmıştır. Birçok bitkinin meyve, çiçek, tohum ve yapraklarında bulunan fenolik ve flavonoid bileşikler gibi doğal kaynaklı aktif bileşiklerin, elektronları serbest bırakma ve serbest radikalleri yakalama yeteneklerinden dolayı antioksidan aktivitelere sahip oldukları gösterilmiştir. Birçoğu iklim, toprak ve ekolojik koşullar gibi faktörler bu bitkilerin sekonder metabolitlerinin miktarına karışmaktadır (Hamidpour ve ark., 2017).

Sürdürülebilir akuakültür için balık hastalıklarının engellenmesi çok önemli bir konudur. Kemoterapotik içerikli maddelerin kullanımı balıkların bağırsak, böbrek, karaciğer, deri vb. organlarında tahribata yol açması, balıkların kas dokularında toplanarak insanlara geçiyor olması, bağışıklık mekanizmasını olumsuz etkilemesi, mikroorganizmaların kemoterapötiklere dayanım göstermesi, yararının az olması, oksidatif strese sebebiyet vermesi, sedimentasyon oluşturması, antioksidan sistemleri zorlaması ve bütün enfeksiyonlara karşı etkili olmaması bu tür içerenlerin kullanımını azaltmıştır. Balık hastalıklarının önlenmesinde antioksidan ve immunostimulantların kullanılması ön plana çıkmaktadır (Eksen ve Yanar, 2021).

1.6. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Özellikleri ve Kullanım Alanları

Tıbbi aromatik bitkiler sağlığın iyileştirilmesi, hastalıklardan korunma, tedavi vb. sebeplerle kullanılmaktadır. İnsan ve hayvanların sağlığını geliştirmede, dokularının iyileşmesini sağlamada tıbbi bitkiler güçlü fizyolojik etkileri olan yardımcı küçük moleküller içermektedir. Binlerce yıldır şifalı bitkiler birçok hastalıkların tedavisinde kullanılmışlardır (Altief, 2018). Geleneksel bitkisel ilaçların birçok ülkede farklı kırsal veya yerli topluluklar arasında büyük önem taşıdığı düşünülmektedir (Amalraj ve Gopi, 2017). Hindistan ve Çin gibi ülkelerde bitkisel ilaçların kullanımı eski zamanlardan beri çok yaygın bir uygulamadır ve bitkisel ilaçlar çeşitli hastalıkların tedavisi için çok daha güvenli ve daha ucuz terapötik stratejiler olarak kabul edilmektedir (Meenatchi ve ark., 2017). Son zamanlarda çeşitli hastalıkların tedavisi için alternatif ve doğal ilaçlara daha fazla ilgi duyulmaktadır (Rahman ve ark., 2012). Günümüzde bitkisel tıp sistemleri tarihsel ve kültürel nedenlerle popüleritesini korumaktadır (Alam ve ark., 2015). Hindistan'da çeşitli hastalıkların tedavilerinde alternatif ilaç olarak şifalı bitkiler kullanılmaktadır (Dash ve ark., 2008; Patil ve Patil, 2017). Dünya Sağlık Örgütü, kimyasalların kullanımını en aza indirmek veya ikame etmek için şifalı bitkilerin kullanılmasını teşvik etmektedir (Ogueji ve ark., 2017).

Fitoterapi ve farmakoloji yönünden tıbbi ve aromatik bitkiler, nutrasötik, terapötik, antimikrobiyal, antimutajenik, antikanser, antioksidan özelliklerinden ve yararlarından dolayı kullanılmaktadır. Bu nedendir ki, bu bitkilere olan talep günden güne artmaktadır (Rota ve ark., 2008; Zantar ve ark., 2015; Pereira ve ark., 2016; Altınterim ve ark., 2018a). Yapay antimikrobiyal ajanların olumsuz etki prevalansında yükseliş ve ilaca dirençli bakterilerin varlığı, bilim adamlarını bitki esaslı antimikrobiyalleri aramaya yöneltmiştir. Uçucu yağlar ve yan ürünleri alternatif tıpta sıklıkla kullanılmaktadır ve bunların enfeksiyon hastalıklarının iyileştirilmesinde önemli bir kullanıma sahip olduğu düşünülmektedir. Bitki esaslı alternatiflere olan eğilim nedeniyle sentetik antimikrobiyaller ve geleneksel ilaçlar üzerindeki kısıtlamalar artmıştır (Dikmetaş ve ark., 2019).

Dünya çapında balık ve kabuklu deniz ürünleri kültürü, balık üretiminde büyük kayıplara ve azalmalara yol açan birçok hastalığa maruz kalmaktadır. Etkili hastalık kontrolünün olmayışı, istikrarlı balık üretimini sınırlayan başlıca faktör olma potansiyeline sahiptir (Bairwa ve ark., 2012). Hastalık salgınları son zamanlarda su ürünleri üretimi ve

ticaretinde önemli bir kısıtlama olarak ortaya çıkmaktadır. Dezenfektanların ve antimikrobiklerin kullanımı, sucul hastalıkları önlemede veya iyileştirmede sınırlı başarı göstermiştir (Pakravan ve ark., 2012). Su ürünleri yetiştiriciliğinde, bakteriyel enfeksiyonların önlenmesi ve tedavisinde kullanılan antibiyotikler başta olmak üzere çeşitli kemoterapötiklerin bilinçsiz kullanımı bağışıklık sisteminin gelişmesini ve güçlenmesini engellemektedir. Bunun dışında bakteri direncine de neden olmaktadır (Şahan ve ark., 2016). Su ürünleri yetiştiriciliğinde tedavi ve profilaksi için antibiyotik ve kemoterapötik kullanımının birçok olumsuz etkisi olabileceğinden bu durum bitkilerden probiyotikler ve immünoestimulanlar gibi alternatif ürünlerin araştırılmasına sebep olmaktadır (Ribeiro ve ark., 2016). Akuakültürde tıbbi bitkilerin kullanımı, sentetik ilaçlar ve kimyasalların kültür organizmaları ve su ortamı üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı önemli hale gelmiştir (Ogueji ve ark., 2017).

Yemlere bitki ekstraktları ve immün sistemi uyarıcı maddeler gibi çeşitli gıda katkı maddelerinin eklenmesi, balıklarda sıcaklık varyasyonlarına karşı toleransı artırabilmekte, doğal bağışıklığı baskılayıcı etkileri olan stok yoğunluğunun ve stresin negatif etkileri altında verimliliği arttırabilmektedir. Bitkiler toksisiteye neden olmadan tedavi ve hastalık kontrolü için ucuz ve daha doğru bir kaynak olmaları sebebiyle balık yetiştiriciliğinde kullanılmak üzere seçilmektedirler (Altıef, 2018).

Kemoterapötiklerle karşılaştırıldığında, çoğu şifalı bitki ve bitki özleri, patojenlere karşı bitkisel direnç geliştirmeden sinerjistik etkilere sahip olarak geniş bir patojen yelpazesine karşı hareket etme potansiyeline sahiptir. Ayrıca ham bitkisel materyaller ucuzdur, yerel olarak bulunur, kolayca hazırlanabilir ve çevreye hiçbir olumsuz etkisi olmadan biyolojik olarak parçalanabilir. Çiğ şifalı bitkiler veya özleri ve bunların aktif bileşenleri, diyet, intraperitoneal veya intramüsküler enjeksiyon ve daldırma veya banyo teknikleri yoluyla pratik olarak uygulanabilir. Enjeksiyon yoluyla uygulama, özellikle büyük balıklar için en etkili yöntemdir ve ekstraktın hızlı bir şekilde emilmesini ve işlevsel olmasını sağlar, ancak süreç emek yoğun ve balıklar için streslidir. Bu nedenle, balık boyutlarına bakılmaksızın toplu uygulama için ağızdan uygulama daha çok tercih edilir olmuştur (Syahidah ve ark., 2015).

1.7. Bitkisel Antioksidanlar

Tıbbi bitkilerde çok çeşitli, doğal olarak oluşan antioksidanlar bulunur. Bunlardan fenolikler ve flavonoidler güçlü antioksidanlar olarak bildirilmiştir ve çeşitli in vitro hücresel modelde hidroksil radikali, peroksil radikali, hipokloröz asitler, süperoksit anyonu ve peroksinitrit dahil olmak üzere çok sayıda farklı reaktif oksijen türünü temizleyerek sürekli koruyucu olmuştur (Akpınar, 2021). Bitkiler antioksidan özellikler içeren birçok biyokimyasal bileşikler ihtiva eder ve organizmaların çevresel stres nedenlerinin sebep olduğu oksidatif stresin üstesinden gelmesi sağlar ve böylece balıkların fizyolojik yapılarının bozulmamasını sağlar. Bitki özleri, çevresel etkiyi azaltma, düşük toksisite, biyolojik olarak parçalanabilirlik, balıklarda daha az kalıntı ve vb. birçok yararlılara sahiptir (Altfief, 2018).

Akuakültürde önemli ekonomik kayıplara neden olabilecek sürdürülebilir hayvansal üretimin önündeki en büyük kısıtlamalardan biri hastalıklardır. Kültür balıklarında hastalıkların tedavisi ve önlenmesinde geleneksel olarak çeşitli kemoterapötik ajanlar kullanılmıştır, ancak antibiyotiklerin uygunsuz ve sürekli kullanımı antibiyotiklere dirençli bakterilerin potansiyel gelişimine, çevre kirliliğine ve balıklarda toksik kalıntıların birikmesine neden olabilmektedir. Kültür balıklarının büyüme performansının ve bağışıklık sisteminin artırılması amacıyla bitki kaynaklı doğal ürünlerin diyet takviyesi olarak kullanılmasına yönelik araştırmalar artarak devam etmektedir. Bu ürünler ucuz, daha güvenli, etkili ve kolayca hazırlanabilir ve biyolojik olarak parçalanabilir (Syahidah ve ark., 2015).

1.8. Udi Hindi Bitkisi

Tıbbi bitkilerden olan udi hindi, *Aquilaria agallocha*, Thymelaeaceae familyasındandır. Geniş tıbbi özellikleri nedeniyle değerli bir bitkidir ve bütün kısımlarıyla insan sağlığında bir ilaç olarak kullanılmaktadır. İltihaplanma, artrit, kusma, kalp rahatsızlıkları, öksürük, astım, cüzzam, iştahsızlık, baş ağrısı ve gut gibi çeşitli hastalıkları tedavi etmek için geleneksel tıpta kullanılır. Udi hindi bitkisinin; antinosiseptif, antimikrobiyal, müshil, antioksidan, yatıştırıcı, antihiperglisemik, trombolitik, antidiyabetik, ülser koruyucu, kanser önleyici, ishal önleyici, hepatoprotektif ve CNS aktiviteleri gibi çeşitli farmakolojik aktivitelere sahip olduğu bildirilmiştir. Bu bitkinin anti-astmatik, anti-inflamatuvar, ishal önleyici, afrodisyak, aromatik, kardiyotonik, gaz giderici, uyarıcı ve kokulu olarak çeşitli geleneksel kullanımları vardır (Alam ve ark.,

2015). Udi hindi bitkisinin en önemli biyoaktif bileşenleri alkaloidler, saponinler, steroidler, terpenoidler, tanenler, flavonoidler ve fenolik bileşikleridir (Satapathy ve ark., 2009).

Udi hindi bitkisi, Himalaya bölgesinde, Assam, Tamil ve Doğu Hindistan'da doğal olarak bulunur. Assam, Doğu Hindistan, Bangladeş ve Doğu Asya'nın diğer kısımlarında vahşi doğada çok yaygın olarak yetiştirilmektedir (Tamuli ve ark., 2000). Çin, Hong Kong, Endonezya, Sri Lanka ve Tibet'te de yetiştirilmektedir (Rahman ve Khisa, 1984).

Miles ve Grisham (1994) ve Miniyar ve ark. (2008), *A. agallocha* etil asetat ekstraktının antioksidan etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Khalil ve ark. (2013), farelerde *A. agallocha* yapraklarının etanolik ekstraktının analjezik aktivitesini bildirmiştir. Benzer şekilde Takemoto ve ark. (2008), udi hindi yağının farelerde yatıştırıcı etkiye sahip olduğunu rapor etmiştir.

Kim ve ark. (1997), *A. agallocha* yapraklarının sulu ekstraktının mast hücresinden histamin salınımını inhibe ederek ani aşırı duyarlılık reaksiyonunu engellediğini belirtmiştir.

Manasi ve ark. (2008), *A. agallocha* yapraklarından elde edilen sulu ekstraktın, *P. aeruginosa* ve *S. aureus*'un büyümesini engellediğini bildirmiştir.

1.9. Hidrosol

Hidrosol, "su" anlamına gelen Latince "hidro" ve "çözelti" anlamına gelen "sol" kelimesinden türemiştir. Aromaterapi dünyasında hidrosoller ayrıca hidrolatlar, çiçek suları ve bitki suları olarak da bilinir. Genel olarak hidrosoller farklı amaçlar için kullanılabilir. Bunlar; evcil hayvanlarda kullanım, çocuklarda kullanım, kesikler ve sıyrıklar için, losyon yapımında baz, seyreltilmemiş topikal kullanım, içecekler için tatlandırıcı veya terapötik kullanım, parfümler, cilt bakımı ve keten spreyleyler. Hidrosolü farklı amaçlar için kullanmanın çeşitli yolları şunlardır; giysiler ve kumaşlar için spreyleyler, ütü spreyi, makyajı ve toniği çıkarma, yüz maskesi ve losyon tariflerindeki suyu hidrosolle değiştirme, parfüm olarak kullanma ve banyoya ekleme (Siregar, 2020).

Uçucu yağlar damıtma işlemi ile elde edilir. Damıtma işleminin yan ürünü hidrosoldür. Hidrosol, su molekülleri tarafından bağlanan uçucu yağdan elde edilen bir

emülsiyondur (Khasanah ve ark., 2021). Aromatik bitkilerin arıtması neticesinde beş çeşit ürün ortaya çıkmaktadır. Bunlar; arıtılmış biyokütle, esansiyel yağ, hidrosol, arıtılma kaynaklı kül ve atık sulardır. Su distilasyonu neticesinde ortaya çıkan fazlar ise, esansiyel yağ ve hidrosol fazlarıdır. Hidrosol yapımı ucuzdur ve vücutta etki bırakmaz. Gıda yapımında yer almasında bir mahsur yoktur (Dikmetaş ve ark., 2019).

Uçucu yağların yapılma işlemi, genellikle buhar distilasyon yöntemi ile yapılabilmektedir. Buhar distilasyonu sonucunda ana ürün uçucu yağ ve yan ürün hidrosol olmak üzere iki ürün elde edilir. Hidrosoller, yağı bağlayan su emülsiyon çözeltileridir. Üretilen hidrosolün yoğunluğu, elde edilen yağ içeriğinin yoğunluğunu aşabilir. Hidrosol oral veya topikal kullanım için kullanılabilir. Kramplar, ishal, kabızlık gibi sindirim problemlerini yatıştırmaya, idrar yolu enfeksiyonlarını hafifletmeye, romatizmal ağrıları hafifletmeye, uykusuzlukla mücadele etmeye, selülit azaltmaya yardımcı olmak gibi çeşitli hastalıkları iyileştirmeye yardımcı olmak kullanılabilir. Hidrosoller suya, meyve sularına, soslara, çorbalara, salata soslarına, kek karışımlarına, yoğurda, ev yapımı dondurmaya vb. eklendiğinde gıda aroması olarak kullanılabilir. Hidrosollerin topikal kullanımı genellikle gül suyu, yüz temizleyiciler, parfümler ve diğerleri yerine tonerler, büzücüler gibi kozmetikler olarak kullanılır. Yer temizleyiciler, bulaşık temizleyiciler, demir koku gidericiler vb. günlük yaşamda hidrosollerin kullanım alanlarıdır (Siregar, 2020).

1.10. Japon Balığı (*Carassius auratus* L., 1758)

Yüksek ticari ve estetik değerleri nedeniyle akvaryum balıkları günümüz dünya ticaretinde önemli bir meta halini almıştır. Akvaryum süs balıkları içerisinde Japon balıkları (*Carassius auratus* L., 1758) (Resim 1.1) hala en popüler türlerden biridir (Shete ve ark., 2013). Türkiye’de Japon balığı adıyla bilinen balıklar aslında Çin menşelidir. 1603 yılında ilk kez Japonya’ya, 1611’de de Portekiz üzerinden Avrupa’ya getirilen Japon balıkları yaklaşık 300 varyasyonuyla en gözde akvaryum balığı çeşitidir (Doğankaya, 2017).



Resim 1.1. Japon balığı (*Carassius auratus* L., 1758) (Orijinal).

Türkiye’de akvaryum balığı ithalatının yaklaşık olarak 10 milyon \$ olduğu, yan dallarıyla beraber 15-20 milyon \$’a ulaştığı ve satışı yapılan yıllık akvaryum balığının 30-40 milyon adet olduğu düşünülmektedir (Patil ve ark., 2019; Yanar ve ark., 2020). Türkiye’de akvaryum balıkçılığı piyasasındaki gelişme, özellikle 1980’li yılların başında dış satım politikası ve ilgili düzenlemeler eşliğinde başlamış ve bunun sonucunda sektör, akvaryum balıkları ithal ederek ülkede ekonomik değer kazanmaya başlamıştır. Satın alınan akvaryum balığı türlerinin %32,5’i Japon balıklarıdır. Japon balığı akvaryum balığı pazarında Türkiye’de ve dünyada açık ara en büyük paya sahiptir. Japon balığının pazar talebini bu kadar önemli kılan etmen; pek çok albenili renk ve kuyruk yapısına sahip altınbaş, oranda, teleskop, inci gövde, balongöz, ruyinkin ve şubinkin gibi varyetelerinin geliştirilmiş olması, diğer taraftan başta sıcaklık olmak üzere çoğu su kalite parametrelerine karşı toleransının yüksek olması, ekolojik valansının geniş olması, üretilmesinin kolay ve büyüme hızının yüksek olmasıdır (Gürkan, 2021). Japon balığı üretiminin artması, nispeten karmaşık olmayan bir yetiştirme sürecinden ve kısa bir yumurtlama döngüsünden (1-1,5 ay) kaynaklanır, böylece bir yıl içinde yumurtlamanın altı ila sekiz katı yapılabilir. Japon balıklarının da ekonomik değeri yüksektir (Dwiardani ve ark., 2020).

1.11. Önceki Çalışmalar

Montero ve ark. (1999)’na göre Akdeniz su ürünleri yetiştiriciliği için en önemli deniz balığı türlerinden biri olan çipura (*Sparus aurata*) üzerinde yüksek stoklama yoğunluğunun etkisine odaklanan az sayıda çalışma mevcuttur. Yaptıkları çalışma, stoklama

yoğunluğunun büyüme, biyokimyasal bileşim, bağışıklık durumu ve hematoloji üzerindeki etkilerine odaklanarak, yüksek stoklama yoğunluğunun bu türün yavruları üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Yüksek stoklama yoğunluğunda tutulan çipura balıklarının plazma kortizolündeki önemli artışın da gösterdiği gibi, kronik stres durumunun söz konusu olduğunu bildirmektedir.

Mohanta ve Subramanian (2002), Japon balıklarını 30 gün süresince dört farklı protein kaynağı içerikli yemlerle beslemişlerdir. Bu yemlerin büyümeye olan etkisini 2 farklı ticari yem, artemia pul yem ve tubifeks kurtları ile kıyas etmişlerdir. Yem dönüşüm oranı ve spesifik büyüme oranı bakımından önemli bir fark bulmamışlardır. Japon balıkları için %40 ham protein içerikli yemlerin uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Kiriratnikom ve ark. (2005), Japon balığı yemlerinde kurutulmuş spirulina kullanımında optimum düzeyi belirlemek için yürüttükleri çalışmada, büyüme performansında en yüksek sonucu %3 kurutulmuş spirulina katkılı yemden elde etmişlerdir.

Rema ve Gouveia (2005), stok yoğunluğunun *Carassius auratus* larvalarının gelişimi ve yaşama oranı üzerine olan etkilerini çalışmışlardır. Larvalar minimum 200 ve maksimum 400 adet olarak stoklamışlardır. Büyüme ve yaşama oranı bakımından Japon balığı larvalarında 40-80 larva/lt stok yoğunluğunun önemli bir farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir.

North ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada, juvenil gökkuşağı alabalığını 9 aylık bir süre boyunca 10, 40 ve 80 kg/m³ yoğunluklarda tanklara stoklamıştır. Mortalite, büyüme, FCR, yüzgeç durumu, kondisyon faktörü ve bazı fizyolojik parametreleri incelemişlerdir. Stoklama yoğunluğu, büyümeyi veya ölüm oranını önemli ölçüde etkilemediği, ancak 10 kg/m³ 'te tutulan balıkların, çalışmanın sonunda önemli ölçüde daha düşük bir ortalama vücut kondisyon faktörüne ve artan bir boyut varyasyonuna sahip olduğunu görmüşlerdir. Stoklama yoğunluğunun yüzgeç durumu üzerinde önemli bir etkisi olduğu görülmüştür. 40 ve 80 kg/m³ uygulamaları, 10 kg/m³ uygulamasından önemli ölçüde daha küçük yüzgeçlere sahip balıklarla sonuçlandı. Bir grup balıkta ise iyi sırt ve kuyruk yüzgeci özelliklerine sahip olduğu gözlemlendi, ancak kondisyon faktörü değerleri düşüktü. Bu durum rekabetçi olmayan bir beslenme stratejisi benimsemiş olabileceklerini göstermektedir. Çalışma, 80 kg/m³ lük stoklama yoğunluklarının, ortalama büyüme oranı veya fizyolojik refah göstergeleri üzerinde tutarlı etkiler üretmediğini gösterdi. Bununla birlikte, erozyonun

nedeni belirsizliğini korusa da artan yoğunluklar yüzgeç erozyonunu arttırdı. 10 kg/m³ deneme grubunda daha güçlü dominantlık hiyerarşilerine dair kanıtlar hem düşük hem de yüksek stoklama yoğunluklarının alabalık refahını olumsuz etkileme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Küçükbay ve ark. (2009), farklı selenyum kaynaklarının (Se; sodyum selenit veya selenometiyonin) takviyesinin oksidatif stres belirteçlerinin [malondialdehit (MDA), 8 izoprostan, glutasyon peroksidaz (GSH-Px) aktivitesi] büyüme ve serum konsantrasyonları üzerindeki etkileri ve gökkuşağı alabalıklarında kas Se, MDA ve ısı şoku protein 70 (Hsp70) düzeyleri olan etkilerini değerlendirmişlerdir. Balıklar düşük (25 kg/m³) veya yüksek (100 kg/m³) stoklama yoğunluklarında tutuldu ve bazal (kontrol) bir diyetle veya 0,15 veya 0,30 mg Se/kg iki farklı formdan: sodyum selenit veya selenometiyonin ile desteklenmiş bazal diyetle beslendi. Yüksek stoklama yoğunluğu, bazal diyetle beslendiğinde kilo alımını, yem alımını ve yemden yararlanma oranını (FCR) azalttı. Yoğun stoklama koşulları altında yetiştirilen sodyum selenit veya selenometiyonin takviyeli balıklarda, yem alımında ve ağırlık artışında lineer bir artış ve FCR'de iyileşme bulundu. Serum ve kas Se seviyeleri ve serum GSH-Px aktivitesi doğrusal olarak artarken, diyet sodyum selenit veya selenometiyonin takviyesi arttıkça serum ve kas MDA konsantrasyonları ve serum 8-izoprostan doğrusal olarak azaldı. Se takviyesi balıkların büyümesini ve antioksidan durumunu iyileştirdi ve yoğun stoklanan gruplarda selenometiyoninin etkileri sodyum selenitten nispeten daha fazla olarak kaydedildi.

Braun ve ark. (2010), *Salminus brasiliensis* türünde stres faktörü olarak stoklama yoğunluğunun ve müdahalenin (handling) etkilerini araştırmıştır. Stoklama yoğunluğunun (30, 150 ve 300 balık/m³) ve balığa müdahalenin (balığın 30 saniye boyunca kovalanması, yakalanması ve havaya maruz bırakılmasından oluşan) birleşik etkisi, *S. brasiliensis* yavrularında büyüme, biyokimyasal ve fizyolojik etkilerine bakmışlardır. Müdahale edilmeyen *S. brasiliensis* yavruları, artan yoğunluklarda düşük büyüme sergiledi. Buna karşılık, müdahale edilen balıklar tüm yoğunluklarda daha yavaş büyüme sergilediler, bu da bu balıklarda müdahale etkisinin stoklama yoğunluğu etkisinden daha büyük olduğunu göstermektedir. Oksidatif stres ile ilgili enzimler kullanımdan etkilenmiştir. Bu da stresin antioksidan tepkinin önemli bir modülatörü olduğunun işaretidir. Antioksidan savunmalar müdahalelerden olumsuz etkilendi, ancak stoklama yoğunluğundan çok az etkilendi. Karaciğerde GR, GST, GPx ve CAT'in enzimatik aktivitesi müdahale edilmemiş balıklarda

daha yüksekti. Stok yoğunluğu sadece balıklar müdahale edilmediğinde büyümeyi etkilemiş, böylece yüksek yoğunlukların neden olduğu etkinin üstesinden gelinmiştir.

Kiron ve ark. (2011), n-3 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA; keten tohumu yağı) veya n-6 PUFA (aspir yağı) açısından zengin bitki yağları almış olan gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) antioksidan savunması ve bağışıklık yanıtı, antijen maruziyeti üzerine araştırma yapmışlardır. Aspir yağı ile beslenen balıklar nispeten daha fazla oksidatif stres altında görünse de antioksidan savunmalar (süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz) keten tohumu yağı ile beslenenler kadar etkiliydi. Hümorale (alternatif kompleman aktivitesi ve lizozim aktivitesi) ve hücresele (fagositik aktivite ve lenfosit proliferasyonu) bağışıklık tepkileri, sunulan yağdan önemli ölçüde etkilenmedi. Keten tohumu yağıyla beslenen balıklarda önemli ölçüde daha yüksek olan reaktif oksijen üretimi dışında, her iki grup da antijene maruz kaldıktan sonra bağışıklık tepkilerinde büyük farklılıklar göstermedi. Her iki yağ asidi kategorisindeki bitki yağlarının gökkuşağı alabalığında etkili olduğu düşüncesi bildirilmektedir.

Jahedi ve ark. (2012), Japon balığında farklı stoklama yoğunluklarının gelişim üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, 90 günlük deneme sonunda optimal stoklama yoğunluğunun 0,25 balık/lt olduğunu bildirmişlerdir.

Yonar ve ark. (2012), farklı su sıcaklıkları uygulanmış pullu sazanda MDA ve GSH düzeyi ile GST enzim aktivitesine propolisin etkisi araştırmışlardır. Balıklar 20, 24 ve 28 °C'de tutulmuş ve propolis (10 mg/kg yem) bu balıklara uygulanmıştır. 10 gün devam eden uygulama sonunda balıklardan karaciğer ve böbrek örnekleri alınmıştır. 20°C ve 28°C'deki balıkların MDA düzeyinin önemli oranda arttığını, GSH düzeyi ile GST aktivitesinin düştüğünü tespit etmişlerdir. Bu gruplarda propolis uygulamasıyla MDA düzeyinin istatistiksel olarak önemli düzeyde düştüğü, GSH düzeyi ile GST aktivitesinin önemli oranda yükseldiği belirtilmiştir.

Raseduzzaman ve ark. (2014), *Carassius auratus* larvalarında farklı yemlerin etkisini 60 günlük çalışmada incelemişlerdir. Japon balığı larvalarına 3 farklı yem vermişlerdir. En iyi büyüme ve en yüksek yaşama oranlarına kıyılmış tubifeks kurtlarıyla beslenen larvalarda ulaşıldığı bildirilmiştir.

Sahin ve ark. (2014), balıklarda stoklama yoğunluğu bir stres faktörü olarak bilindiğinden, normal ve yüksek stoklama yoğunluğunda gökkuşağı alabalığında diyet

likopen takviyesinin büyüme performansı ve antioksidan durumu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Glutasyon peroksidaz (GSH-Px), süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) aktivitelerinin yanı sıra lipid peroksidasyonu olarak malondialdehit (MDA) değerlendirildi. Sonuçlara göre, yüksek stoklama yoğunluğuna maruz kalmanın yem alımını %6,8 ve canlı ağırlık artışını %12,1 oranında azalttığını, plazma ve hepatik MDA düzeylerini artırdığını ve hepatik SOD, CAT ve GSH-Px aktivitelerini azalttığını gösterdi. Likopen takviyesi hem düşük hem de yüksek stoklama yoğunluklarında lineer olarak balık büyüme performansını ve antioksidan enzim aktivitesini arttırmış ve MDA konsantrasyonunu lineer olarak azaltmıştır. Sonuç olarak, balığa likopen ilavesi, yüksek stoklama yoğunluğunun büyüme performansı üzerindeki zararlı etkilerini azaltmakta ve hücresel düzeyde konakçı savunma sistemini aktive ederek oksidatif durumu modüle etmektedir.

Hafeez-ur-Rehman ve ark. (2015), canlı ağırlığı 20 gr olan Japon balığı deneme gruplarına dört farklı yemleme sıklığı uygulamıştır. Vücut ağırlıklarının %2'si oranında yem verilmiştir. Ağırlık artışı yönünden günde 2 defa yemlemenin, yem değerlendirme açısından da günde 1 defa yemlemenin iyi sonuç verdiği rapor edilmiştir.

Liu ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada stoklama yoğunluğunun juvenil kalkan balığının fizyolojisine ve bağışıklığına olan etkilerine incelemişlerdir. Kalkan balığı (ortalama ağırlık 185,4 gr), karada bulunan bir kapalıdevre su ürünleri sisteminde 120 gün boyunca üç stoklama yoğunluğu altında yetiştirildi; düşük yoğunluklu (LD, ~9,3–26,1 kg/m²), orta yoğunluklu (MD, ~ 13,6–38,2 kg/m²) ve yüksek yoğunluk (HD, ~19,1–52,3 kg/m²). Büyüme parametrelerini ve karaciğer dokularını elde etmek için 0, 40, 80 ve 120. günlerde balıklardan örnek alındı. Son örnekleme kadar (120. gün) üç yoğunluk arasında büyüme, biyokimyasal parametreler ve gen ifadesinde önemli bir fark saptanmadı. Bu denemenin sonunda, HD grubunda yetiştirilen balıklar, LD ve MD gruplarında yetiştirilenlere göre daha düşük spesifik büyüme hızı (SGR) ve ortalama ağırlık gösterdi. Benzer şekilde oksidatif stres ve metabolizma analizleri, antioksidanların (süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutasyon (GSH)) ve metabolik enzimlerin (gliserol-3-fosfat dehidrogenaz (G3PDH) ve glikoz-6 fosfat dehidrojenaz (G6PDH)) HD grubunda yetiştirilen kalkan balıklarının karaciğerinde azaldığını göstermiştir. Gen ekspresyon verileri, glutasyon S-transferaz (GST), sitokrom P450 1A (CYP1A), ısı şoku protein 70 (HSP 70) ve metalloprotein (MT) mRNA seviyelerinin önemli ölçüde yukarı regüle edildiğini ve lizozim (LYS) ve hepsidin (HAMP) mRNA seviyelerinin ise 120. günde HD grubunda

önemli ölçüde aşağı regüle edildiği kaydedilmiştir. Genel olarak sonuçlar, aşırı yüksek stoklama yoğunluğunun kalkan balığında metabolik ve antioksidan enzimlerin aktivitelerini bloke edebileceğini ve fizyolojik strese ve immünsüpresyona neden olabileceğini göstermektedir.

Anastasiou ve ark. (2020), balık yetiştiriciliğinde kullanılabilir potansiyel antimikrobiyal ve antioksidan ajanlar olarak oniki farklı Akdeniz kökenli tıbbi-aromatik bitkileri çalışmışlardır. İn vitro deneyler, çalışılan tüm bitkilerden elde edilen esansiyel yağların, kimyasal bileşimlerine bağlı olarak etkinlikleriyle birlikte anti-bakteriyel ve antioksidan özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Spesifik esansiyel yağların, kültür balıklarında bakteriyel hastalıkların ve oksidatif stresin tedavisi için umut verici unsurlar içerdiği bildirilmiştir.

Dawood ve ark. (2020), yemlerine β -glukan ilave edilmiş yemlerle beslenen Nil tilapiasında (*Oreochromis niloticus*) 3 farklı stoklama yoğunluğunun büyümeye, bağırsak morfometrisine, bağışıklıkla ilgili genlere ve sıcaklık şoku proteinine olan etkilerini çalışmışlardır. Büyüme parametreleri, kontrol yemiyle beslenen Nil tilapiasının yetiştirme yoğunluğunun artmasıyla önemli ölçüde azalırken, düşük ve orta stoklama yoğunluğunda yetiştirilen ve β -glukanlı yem ile beslenen balıklarda büyüme artışı görüldü. Bununla birlikte, β -glukan diyeti olmadan yüksek stoklama yoğunluğunda yetiştirilen balıklarda yem dönüşüm oranı önemli ölçüde artarken, düşük ve orta stoklama yoğunluğunda yetiştirilen ve β -glukan diyetiyle beslenen balıklar önemli ölçüde en düşük FCR'lere sahipti. Yüksek stoklama yoğunluğu stresinin Nil tilapia kültür balıkçılığı üzerindeki potansiyel olumsuz etkilerini, büyümelerini, bağırsak morfometrisini, stres direncini ve bağışıklığını iyileştirerek gidermek için β -glukan diyetiyle beslemenin önemine vurgu yapılmaktadır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Deneme Yeri ve Çalışma Alanı

Tez çalışması, Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde gerçekleştirildi (Resim 2.1). Denemelerde dairesel fiberglas tanklar içerisine yerleştirilen plastik sepetler tekrarlı grupları oluşturmak amacıyla kullanıldı. Her bir dairesel tank içerisine bir deneme grubu için 3 tekrarlı olacak şekilde plastik sepetler yerleştirildi (Resim 2.2). Biyolojik filtrasyonu sağlamak için tanklara sünger filtreler yerleştirildi. Havalandırma Hailea Hap-120 marka hava motoru ile sağlandı. Haftada bir filtrelerin temizliği yapılırken, tank ortamındaki suyun değişimi de %30 oranında gerçekleştirildi.



Resim 2.1. Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi (Orijinal).



Resim 2.2. Japon balıklarından oluşturulan 3 tekerrürlü deneme grupları (Orijinal).

2.2. Balık Materyali, Deneme Yemi ve Udi Hindi Hidrosolü

Tez çalışmasında balık materyali olarak ortalama canlı ağırlığı $7,21 \pm 0,09$ gr olan Japon balıkları (*Carassius auratus*) kullanıldı. Denemede Funny Fish marka akvaryum balığı yemi (kırmızı yeşil granül) kullanılmış olup muhteviyatı %43 ham protein, %7 yağ, %4 kül ve %1,1 selüloz içermektedir (Resim 2.3). Çalışmada kullanılan udi hindi hidrosolü Elaziğ'da yöresel bir satıcıdan temin edildi.



Resim 2.3. Denemede kullanılan akvaryum balığı yemi (Orijinal).

2.3. Deneme Planı

Udi hindi hidrosolü balık yemlerine farklı oranlarda ilave edilerek deneme grupları oluşturuldu. Japon balıkları düşük ve yüksek yoğunluklu olarak stoklandı. Kontrol grubunda düşük stok yoğunluğu 5 adet balık/20 lt (Kontrol L) olarak, kontrol stres grubunda yüksek stok yoğunluğu 20 adet balık/5 lt (Kontrol H) olarak hazırlandı. Deneme grupları yüksek stok yoğunluklarında tutuldu ve bu grupların yemlerine %0,5 (HİD05), %1 (HİD1) ve %2 (HİD2) oranında udi hindi hidrosolü sprey püskürtme yoluyla ilave edilip hazırlandı (Resim 2.4). Japon balıkları sabah ve akşam olmak üzere günde iki kere 30 gün boyunca beslemeye tabi tutuldu ve *ad libitum* yemleme uygulandı.



Resim 2.3. Udi hindi hidrosolü ilave edilmiş akvaryum balığı yemi (Orijinal).

2.4. Ölçümler

2.4.1. Su Parametreleri Ölçümleri

30 günlük deneme süresince 12 saat aydınlık: 12 saat karanlık fotoperiyodu uygulandı. 5 günde bir su sıcaklığı, çözülmüş oksijen ve pH değerleri YSI 55 Model ölçüm cihazı ile ölçüldü.

2.4.2. Canlı Ağırlık Ölçümleri

Periyodik aralıklarla (0.gün, 15.gün ve 30.gün) deneme gruplarındaki bütün balıkların canlı ağırlık ölçümleri yapıldı. Canlı ağırlık ölçümleri öncesi balıklar 24 saat aç bırakıldı. Balıkların uygun koşullarda tartılabilmesi için 700 µl/lt konsantrasyonda 2-fenoksietanol kullanıldı. Tartım işleminde 0,01 gr hassasiyetli Kern marka EMB 1000-2 model elektronik tartı kullanıldı. Büyüme parametrelerinin hesaplanmasında Korkut ve ark. (2007) ve Lugert ve ark. (2016) referanslarından istifade edildi.

Mutlak Büyüme (MB) = W_t – W_i

W_t : Son canlı ağırlık (gr)

W_i : İlk canlı ağırlık (gr)

Nispi Büyüme Oranı (NBO) = [(W_t – W_i) / W_i] × 100

W_t : Son canlı ağırlık (gr)

W_i : İlk canlı ağırlık (gr)

Spesifik Büyüme Oranı (SBO) = [(ln W_t – ln W_i) / t] × 100

W_t : Son canlı ağırlık (gr)

W_i : İlk canlı ağırlık (gr)

t: Periyot (gün)

Yem Dönüşüm Oranı (FCR) = Tüketilen yem miktarı (gr) / Canlı ağırlık artışı (gr)

2.4.3. Antioksidan Analizleri

2.4.3.1. Diseksiyonla Kas Dokusu Alımı

Kas dokusu örnekleme öncesinde balıklara 24 saat yem verilmedi. Diseksiyon işlemi için balıklar derin anesteziye konsantrasyona (2-fenoksietanol 1500 µl/l) tabi tutuldu. Denemeler etik kurallara uygun olarak gerçekleştirildi. Balıklardan doku alma işlemleri, T.C. Munzur Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun E-63614754-050.04.04-58097 sayılı kararı (Toplantı sayısı 22-06 / Karar no. 15-04) doğrultusunda yapıldı. Diseksiyon ve dokuların biyokimyasal analize hazırlanması işlemleri Munzur Üniversitesi Biyomühendislik laboratuvarlarında gerçekleştirildi (Resim 2.5).



Resim 2.4. Japon balığından kas dokusu alımı (Orijinal).

2.4.3.2. Süpernatantların Hazırlanması

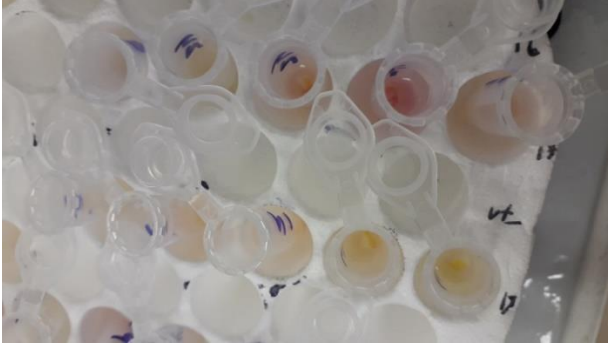
Kas dokuları bistüri ile kesilerek çıkarıldıktan sonra 1/5 w/v oranında pH 7,4 fosfatla tamponlanmış tuz solüsyonu içeren ependorf tüplere eklendi. Ependorf tüpteki kas dokuları CAT Unidrive homojenizatör kullanılarak homojenize edildi (Resim 2.6). Homojenizasyon işlemi sırasında ependorf tüpler buz kalıbı içinde tutuldu (Resim 2.7). Homojenizasyon bittikten sonra örnekler soğutmalı Hettich Universal 320R santrifüj vasıtasıyla 17000 rpm devirde, 15 dakika süre ile santrifüj yapılarak süpernatantlar oluşturuldu (Resim 2.8).



Resim 2.5. Kas dokularının homojenize edilmesinde kullanılan homojenizatör.



Resim 2.6. Homojenizasyon işlemi sırasında ependorf tüpler buz kalıbı içinde tutulması.



Resim 2.7. Santrifüj sonrası ependorf tüpler içinde süpernatantlar.

2.4.3.3. Biyokimyasal Analizler

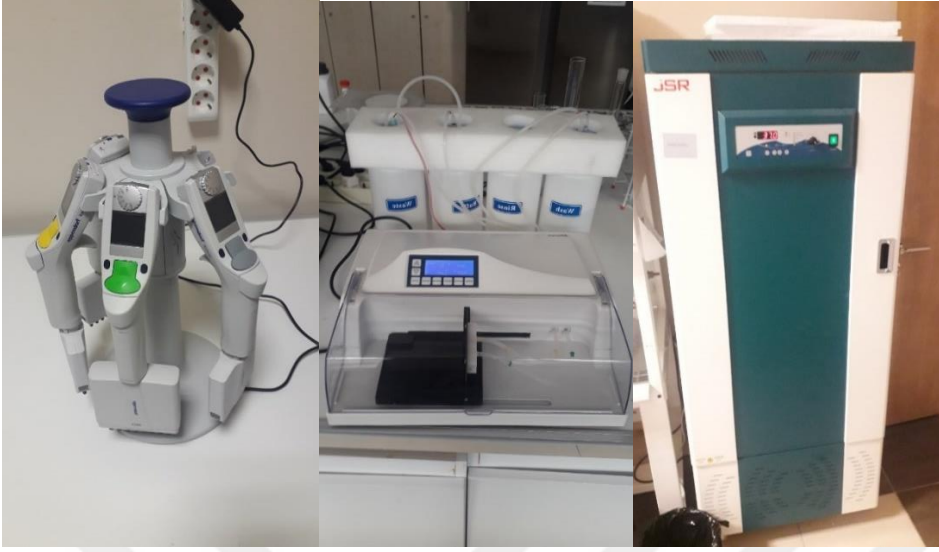
MDA, SOD ve CAT antioksidan kitleri kullanılarak analizler yapıldı. Hazırlanan süpernatantlar mikropate reader cihazında okunmadan önce antioksidan kitler ile işleme tabi tutuldu. MDA, SOD ve CAT aktivitesi için Sunred marka antioksidan kitleri kullanıldı (Resim 2.9).



Resim 2.8. MDA, SOD ve CAT antioksidan kitleri.

Süpernatantlardan otomatik mikropipetler ile alınan numuneler antioksidan kit kutusundan çıkan ve üzerinde 96 adet kuyucuk bulunan mikropate gruplar dikkate alınarak bırakıldı (Resim 2.11). Kitlerdeki prosedürler uygulandıktan sonra hazırlanan plakalar

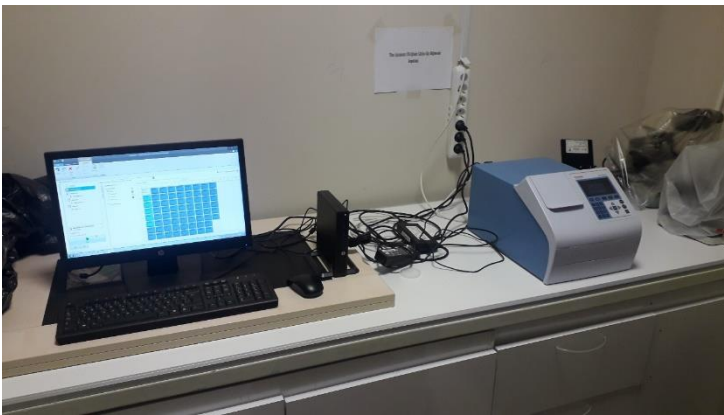
bilgisayara bağlı mikroplate okuyucuda okundu (Resim 2.10, Resim 2.12).



Resim 2.9. Mikropipetler, mikroplate yıkama cihazı, etüv.



Resim 2.10. Antioksidan kit solüsyonlarının mikroplate içine konulması.



Resim 2.11. Bilgisayarlı mikroplate reader.

2.4.4. İstatistiksel Analizler

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS istatistik programı (14.0) ve Excel programı kullanılmıştır. Sonuçlar ortalama \pm standart hata olarak verilmiştir. Verilerin normalliği ve homojenliği, ANOVA varsayımlarına uyacak şekilde kontrol edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesi $p < 0,05$ önem seviyesinde test edilmiştir. Farklılıkların analizinde tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ve ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Duncan testi uygulanmıştır.



3. BULGULAR

3.1. Su Parametreleri

Udi hindi hidrosol çalışmasında deneme ortamlarına ait su sıcaklığı, çözünmüş oksijen ve pH değerleri Tablo 3,1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Udi hindi hidrosol çalışmasında kontrol ve deneme gruplarında ölçülen su sıcaklığı, çözünmüş oksijen ve pH değerleri (ortalama \pm standart hata).

Su Parametresi	KONTROL L	KONTROL H	HİD05	HİD1	HİD2
Su Sıcaklığı (°C)	24,4 \pm 0,09	24,3 \pm 0,10	24,3 \pm 0,09	24,3 \pm 0,08	24,4 \pm 0,10
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	6,70 \pm 0,18	6,31 \pm 0,19	6,29 \pm 0,21	6,34 \pm 0,16	6,32 \pm 0,22
pH	8,33 \pm 0,12	8,17 \pm 0,16	8,15 \pm 0,14	8,16 \pm 0,18	8,14 \pm 0,15

Su sıcaklığı bütün deneme gruplarında ortalama olarak 24,3°C olarak ölçülmüştür. Çözünmüş oksijen içeriği en düşük HİD05 deneme grubunda ortalama 6,29 \pm 0,21 mg/lt, en yüksek Kontrol L grubunda 6,70 \pm 0,18 mg/lt olarak kaydedilmiştir. En düşük pH ortalama 8,14 \pm 0,15 olarak HİD2 deneme grubunda, en yüksek pH ise Kontrol L grubunda 8,33 \pm 0,12 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3.1).

3.2. Büyüme Verileri

30 günlük deneme sürecinde Japon balığı gruplarının canlı ağırlık artışları Tablo 3.2 ve Şekil 3.1’de verilmiştir.

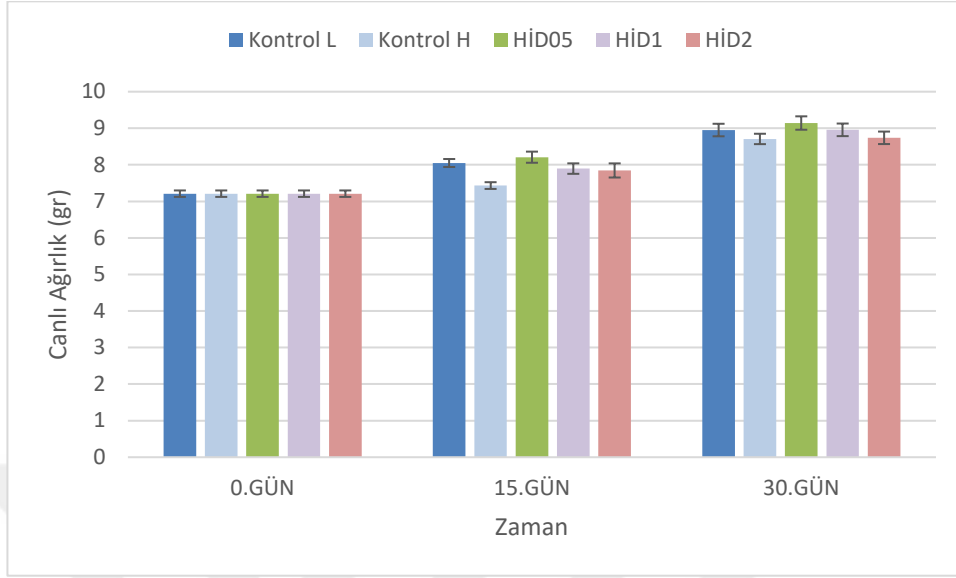
Tablo 3.2. Udi hindi hidrosol çalışmasında kontrol ve deneme gruplarında 30 günlük deneme sürecinde elde edilen canlı ağırlık (gr) değerleri (ortalama \pm standart hata).

Zaman	KONTROL L (gr)	KONTROL H (gr)	HİD05 (gr)	HİD1 (gr)	HİD2 (gr)
0. GÜN	7,21 \pm 0,09	7,21 \pm 0,09	7,21 \pm 0,09	7,21 \pm 0,09	7,21 \pm 0,09
15. GÜN	8,05 \pm 0,11 ^b	7,43 \pm 0,09 ^a	8,21 \pm 0,15 ^b	7,90 \pm 0,14 ^b	7,85 \pm 0,19 ^b
30. GÜN	8,95 \pm 0,17 ^a	8,71 \pm 0,14 ^a	9,14 \pm 0,18 ^a	8,96 \pm 0,17 ^a	8,74 \pm 0,17 ^a

*Aynı satır içinde aynı üst simgelere sahip değerler (ortalama \pm standart hata) arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ($p > 0,05$).

30 günlük süre sonunda en yüksek ortalama canlı ağırlık 9,14 \pm 0,18 gr ile HİD05 deneme grubunda, en düşük ortalama canlı ağırlık 8,71 \pm 0,14 gr ile Kontrol H grubunda

kaydedildi ($p>0,05$). Hidrosol deneme gruplarında elde edilen bütün son ağırlık verileri, kontrol H grubuna göre yüksek çıkmıştır (Tablo 3.2, Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Japon balığı deneme gruplarının zamana göre canlı ağırlık artışları.

30 günlük deneme sonunda Japon balığı gruplarının büyüme parametreleri Tablo 3.3.'de verilmiştir.

Tablo 3.3. Udi hindi hidrosol çalışmasında kontrol ve deneme gruplarında 30 gün sonunda elde edilen büyüme parametreleri.

	Kontrol L	Kontrol H	HİD05	HİD1	HİD2
W₀ (gr)	7,21 ± 0,09	7,21 ± 0,09	7,21 ± 0,09	7,21 ± 0,09	7,21 ± 0,09
W₁ (gr)	8,95 ± 0,17	8,71 ± 0,14	9,14 ± 0,18	8,96 ± 0,17	8,74 ± 0,17
FCR	1,41 ± 0,02 ^b	1,52 ± 0,02 ^c	1,23 ± 0,01 ^a	1,41 ± 0,03 ^b	1,49 ± 0,04 ^{bc}
MB (gr)	1,74 ± 0,03 ^b	1,49 ± 0,02 ^a	1,93 ± 0,03 ^c	1,74 ± 0,03 ^b	1,52 ± 0,05 ^a
NBO (%)	24,07 ± 0,07 ^c	20,69 ± 0,08 ^a	26,73 ± 0,11 ^d	24,14 ± 0,10 ^c	21,12 ± 0,03 ^b
SBO (%)	0,72 ± 0,02 ^b	0,63 ± 0,02 ^a	0,79 ± 0,02 ^c	0,72 ± 0,01 ^b	0,64 ± 0,02 ^a

*Aynı satır içinde farklı üst simgelere sahip değerler (ortalama ± standart hata) arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır ($p<0,05$).

FCR bakımından en düşük değer 1,23 ile HİD05 deneme grubunda hesaplandı ($p<0,05$) (Tablo 3.3). En yüksek FCR değeri ise 1,52 ile Kontrol H grubunda tespit edildi. Diğer udi hindi hidrosol deneme gruplarına (HİD1, HİD2) ait FCR değerleri de Kontrol H grubuna göre daha iyi verimde elde edildi ($p<0,05$).

Mutlak büyüme (MB), nispi büyüme oranı (NBO) ve spesifik büyüme oranı (SBO) bakımından HİD05 deneme grubu en yüksek sonuçları verirken, Kontrol H grubunda en düşük veriler elde edildi ($p<0,05$) (Tablo 3.3). Bunun yanında, düşük stok yoğunluğundaki Kontrol L grubuna göre HİD05 deneme grubu yüksek stok yoğunluğunda olmasına rağmen FCR, MB, NBO ve SBO bakımından daha iyi sonuçlar verdi ($p<0,05$).

3.3. Antioksidan Verileri

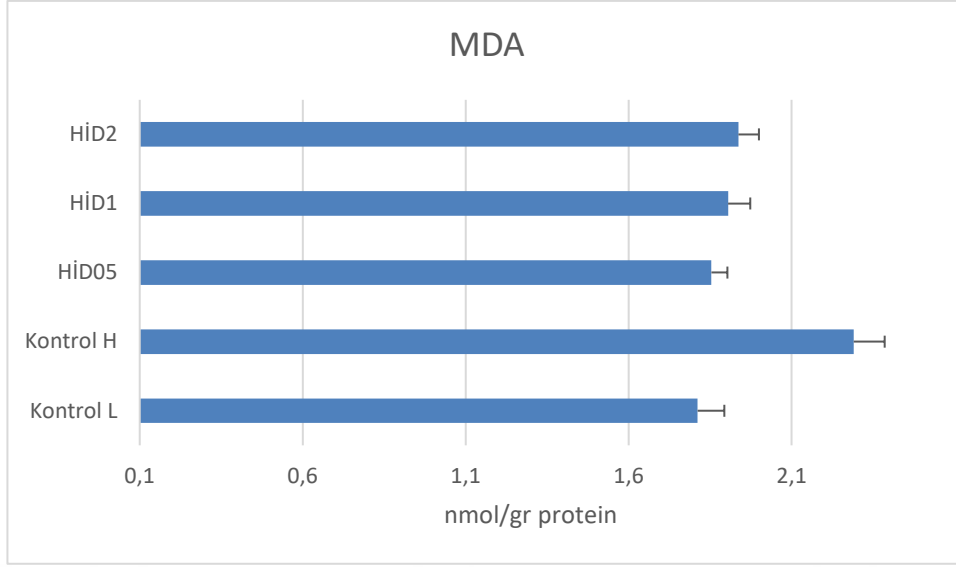
30 günlük deneme sonunda örneklenen Japon balıklarının kas dokusundan elde edilen MDA, CAT ve SOD antioksidan verileri Tablo 3.4 ve Şekil 3.2, 3.3, 3.4'de verilmiştir.

Tablo 3.4. Udi hindi hidrosolü çalışmasında kontrol ve deneme gruplarında elde edilen antioksidan değerler.

	KONTROL L	KONTROL H	HİD05	HİD1	HİD2
MDA nmol/gr protein	1,81 ± 0,082 ^a	2,29 ± 0,095 ^b	1,85 ± 0,049 ^a	1,91 ± 0,068 ^a	1,94 ± 0,063 ^a
CAT U/mg protein	1,32 ± 0,064 ^b	1,09 ± 0,071 ^a	1,20 ± 0,038 ^{ab}	1,17 ± 0,041 ^{ab}	1,08 ± 0,070 ^a
SOD U/mg protein	1,16 ± 0,074 ^b	0,89 ± 0,026 ^a	0,97 ± 0,06 ^a	0,96 ± 0,033 ^a	0,85 ± 0,029 ^a

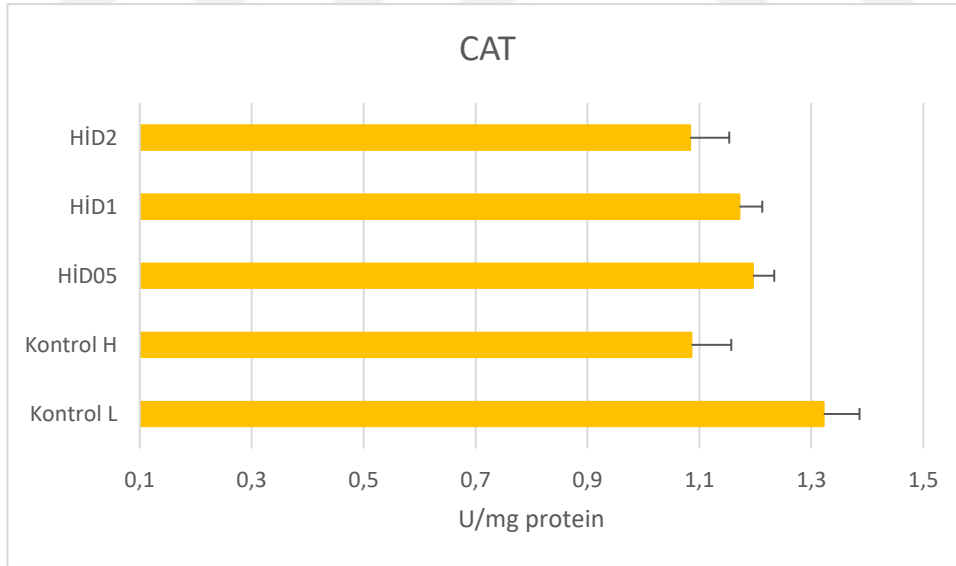
*Aynı satır içinde farklı üst simgelere sahip değerler (ortalama ± standart hata) arasında istatistiki olarak önemli farklılık mevcuttur ($p<0,05$).

Şekil 3.2.'de Japon balığı kas MDA verileri grafiksel olarak verilmiştir. Kontrol H grubunda MDA seviyesi yükselirken, udi hindi hidrosolü katkılı yemlerle beslenen Japon balığı kaslarında MDA seviyelerinin azaldığı görülmektedir ($p<0,05$).



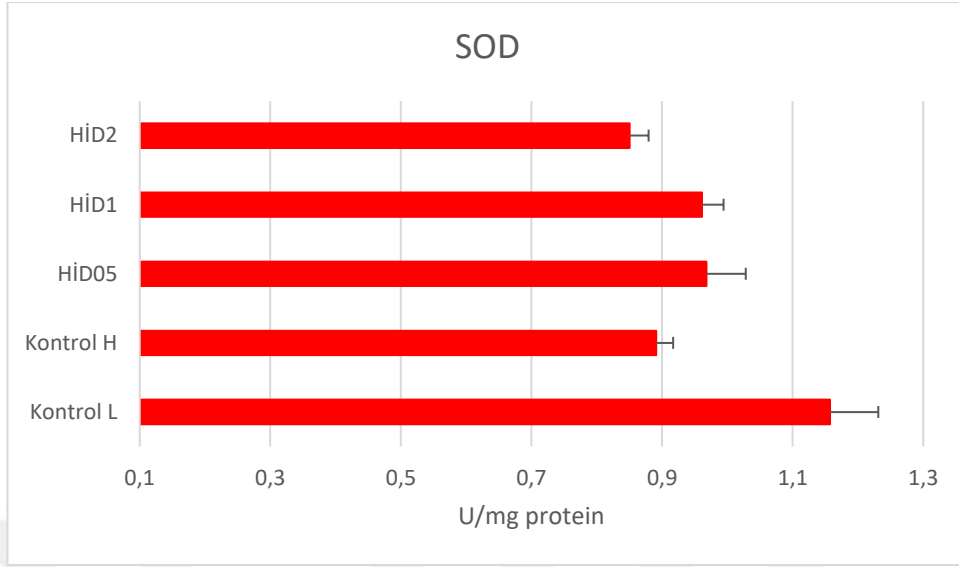
Şekil 3.2. Deneme gruplarına göre Japon balığı kas MDA antioksidan seviyeleri.

Şekil 3.3.'de Japon balığı kas CAT verileri grafiksel olarak verilmiştir. Kontrol H grubunda CAT seviyesi azalırken, udi hindi hidrosolü katkılı yemlerle beslenen Japon balığı kaslarında CAT seviyelerinin arttığı görülmektedir ($p<0,05$).



Şekil 3.3. Deneme gruplarına göre Japon balığı kas CAT antioksidan seviyeleri.

Şekil 3.4.'de Japon balığı kas SOD verileri grafiksel olarak verilmiştir. Kontrol H grubunda SOD seviyesinde azalma olurken, HİD2 deneme grubu hariç udi hindi hidrosolü katkılı yemlerle beslenen deneme gruplarında (HİD05 ve HİD1) Japon balığı kaslarında SOD seviyelerinde artış vardır ($p<0,05$).



Şekil 3.4. Deneme gruplarına göre Japon balığı kas SOD antioksidan seviyeleri.

4. TARTIŞMA

Balıklarda, diğer organizmalarda olduğu gibi, reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimi ile antioksidan savunma sistemi (oksidatif stres olarak adlandırılır) arasındaki denge eksikliği, DNA hidroksilasyonu, protein denatürasyonu, lipid peroksidasyonu, apoptoz ve nihayetinde hücre hasarına neden olabilir. Antioksidan savunma kabiliyetini geliştirmek için sentetik antioksidanların uygulanması gibi farklı yaklaşımlar uygulanmıştır. Geçmiş yıllarda, farklı balık ve kabuklu deniz hayvanı türlerinde antioksidan savunma aktivitesini arttırmanın umut verici bir yolu olarak diyet yaklaşımları önerilmiştir (Hoseinifar ve ark., 2021). Bu tez çalışması, balık yemine farklı oranlarda udi hindi hidrosolü ilavesinin düşük ve yüksek yoğunluklarda stoklanan Japon balığında büyümeye ve kastaki oksidatif stres düzeylerine etkisini araştırmak için yapılmıştır.

Yoğun yetiştiricilik yapılan ortamdaki su kalitesi bozularak karbondioksit ve amonyak miktarı artırarak ve sudaki çözünmüş oksijen seviyelerini düşürerek balıkların büyüme performansını olumsuz etkileyebilir (Boyd ve Tucker, 2012). Dawood ve ark. (2020), yaptıkları çalışmada, stoklama yoğunluğunun yüksek olduğu deneme gruplarında sudaki çözünmüş oksijen seviyelerinin düştüğünü ve amonyak seviyelerinin arttığını bildirmiştir. Tez çalışmasında da düşük stoklama yoğunluğundaki Kontrol L grubunun su kalitesinin, Kontrol H ve yüksek stoklama yoğunluğundaki deneme grupları su ortamlarından daha iyi olduğu kaydedilmiştir (Tablo 3.1). Çözünmüş oksijen içeriği en düşük HİD05 deneme grubunda ortalama $6,29 \pm 0,21$ mg/lt, en yüksek Kontrol L grubunda $6,70 \pm 0,18$ mg/lt olarak kaydedilmiştir. En düşük pH ortalama $8,14 \pm 0,15$ olarak HİD2 deneme grubunda, en yüksek pH ise Kontrol L grubunda $8,33 \pm 0,12$ olarak tespit edilmiştir. Yüksek stoklama yoğunluğunun bir sonucu olarak deneme ortamı sularının çözünmüş oksijen içeriklerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun yanında, CO₂ salınımının da fazla olması nedeniyle pH değerlerinde azalma kaydedilmiştir.

Stoklama yoğunluğu ile üzerine yapılan araştırmalar göstermektedir ki, balık sayısının birim hacimdeki artışı genel olarak balık büyüme performansı üzerinde negatif etkilere sebep olabilmektedir. Liu ve ark. (2016), yüksek stoklama yoğunluğunda yetiştirilen kalkan balıklarının, düşük ve orta stoklama yoğunluğunda yetiştirilenlere göre daha düşük spesifik büyüme hızına sahip olduğunu ve buna bağlı olarak ortalama canlı ağırlıklarının da düşük olduğunu, bunun da stoklama yoğunluğunun belirli bir değerin üzerinde olduğunda büyüme performansının olumsuz etkilendiğini bildirmiştir. North ve ark. (2006), artan

stoklama yoğunluğunun gökkuşığı alabalığının büyümesi üzerindeki etkilerini araştıran çalışmaların çoğunda stoklama yoğunluğunu arttırmanın olumsuz etkilerini bildirmekle beraber, kendi yaptıkları çalışmada, iyi su kalitesinin korunması koşuluyla, büyümeyi, kondisyon faktörünü veya ölüm oranını etkilemeden yüksek stoklama yoğunluklarında gökkuşığı alabalığı yetiştirmenin mümkün olduğunu bildirmektedir. Braun ve ark. (2010), artan stoklama yoğunluğunun biyokütlede bir artışa neden olmasına karşılık, canlı ağırlıkta, standart uzunlukta ve günlük yem tüketiminde bir azalmaya neden olduğunu rapor etmektedir. Nitekim tez çalışmasında elde edilen bulgulara göz attığımızda, yüksek stoklama yoğunluğuna sahip Kontrol H grubunun, düşük stoklama yoğunluğundaki Kontrol L grubuna göre büyüme ve büyüme parametreleri bakımından geride kaldığını görmekteyiz ($p < 0,05$) (Tablo 3.2, 3.3, Şekil 3.1). Bu da Japon balıklarının büyümesinde ve yem değerlendirmesinde yüksek stoklama yoğunluğunun olumsuz etkisini ortaya koymaktadır.

Dawood ve ark. (2020), kontrol yemiyle beslenen Nil tilapiasının stoklama yoğunluğunun artmasıyla büyüme parametrelerinin önemli ölçüde azaldığını, düşük ve orta stoklama yoğunluğunda yetiştirilen ve β -glukanlı yem ile beslenen balıklarda büyüme artışının olduğunu rapor etmektedir. Yaptıkları çalışmada, β -glukan diyeti olmadan yüksek stoklama yoğunluğunda yetiştirilen balıklarda yem dönüşüm oranı (FCR) önemli ölçüde artarken, düşük ve orta stoklama yoğunluğunda yetiştirilen ve β -glukan diyetiyle beslenen balıklarda FCR önemli ölçüde düşmektedir. Dawood ve ark. (2020), azalan büyüme performansını düşük yem alımıyla sonuçlanan bozulmuş fizyolojik koşullara bağlamıştır. Bir diğer çalışmada ise, düşük stoklama yoğunluğunda tutulan balıklara göre yüksek stoklama yoğunluğunda tutulan balıklarda takviye edici olarak likopen, yem alımını ve canlı ağırlık artışını daha fazla arttırmıştır (Sahin ve ark., 2014). Küçükbay ve ark. (2009) da yoğun stoklama yoğunluğunun gökkuşığı alabalığında artan oksidatif stres, azalan yem alımı ve canlı ağırlık artışı ile gösterilen önemli zararlı etkilere neden olduğunu bildirmektedir. Yoğun stokta yetiştirilen gökkuşığı alabalıklarının performans kayıplarını azaltmak için diyete Selenyum ilavesinin uygun bir yol olduğuna işaret etmektedir. Önceki yapılan çalışmaların sonuçlarına bakıldığında, β -glukan, likopen, selenyum ve benzeri takviye edici maddelerin balık yeminde kullanılmasının balıklarda oksidatif stresin etkilerini azaltmada ve büyümeyi pozitif yönde etkilemede oldukça yararlı olduğu anlaşılmaktadır. 30 gün süren tez çalışması sonunda en yüksek ortalama canlı ağırlık $9,14 \pm 0,18$ gr ile HİD05 deneme grubunda, en düşük ortalama canlı ağırlık $8,71 \pm 0,14$ gr ile Kontrol H grubunda kaydedilmiştir ($p > 0,05$). Udi hindi hidrosolü deneme gruplarında elde edilen bütün son

ağırlık verileri Kontrol H grubuna göre yüksek çıkmıştır (Tablo 3.2, Şekil 3.1). Ayrıca, düşük stoklama yoğunluğu grubu olan Kontrol L'de son ağırlık verisinin HİD05 ve HİD1 deneme gruplarının gerisinde kaldığı görülmektedir ($p>0,05$). Bu sonuçlar, yüksek stoklama yoğunluğuna rağmen udi hindi hidrosolü ilaveli yemlerle besleme yapmanın Japon balıklarında büyüme üzerinde olumlu etkisinin olduğunu göstermektedir. Yine aynı şekilde FCR, MB, NBO ve SBO verileri incelendiğinde, en iyi sonuçların HİD05 deneme grubunda elde edildiği görülmektedir ($p<0,05$) (Tablo 3.3). Büyüme parametreleri açısından en düşük veriler yüksek stoklama yoğunluğuna sahip Kontrol H grubunda kaydedilmiştir. Bunun yanında, düşük stoklama yoğunluğundaki Kontrol L grubuna göre HİD05 deneme grubu yüksek stoklama yoğunluğunda olmasına rağmen, FCR, MB, NBO ve SBO bakımından daha iyi sonuçlar vermiştir. HİD05 deneme grubunda %0,5 oranında udi hindi hidrosolü ilaveli yem ile besleme yapmanın yüksek stoklama yoğunluğuna rağmen büyüme bakımından olumlu sonuçlar verdiğini söylemek mümkündür. Bununla birlikte, artan udi hindi hidrosol oranının büyüme artırıcı bir etkisinin olmadığı görülmektedir (Şekil 3.1). Hidrosol deneme grupları aynı şekilde yüksek stoklanmış olmalarına rağmen, udi hindi hidrosolü ilaveli yemlerle beslendiklerinden dolayı yüksek stoklama yoğunluğunun sebep olacağı olumsuz etkilerden uzak kaldığı anlaşılmaktadır. FCR bakımından en düşük değer 1,28 ile HİD05 deneme grubunda elde edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 3.3). En yüksek FCR değeri ise 1,64 ile Kontrol H grubunda kaydedilmiştir. Diğer hidrosol deneme gruplarına (HİD1, HİD2) ait FCR değerleri de Kontrol H grubuna göre daha iyi çıkmıştır ($p<0,05$). Bu sonuçlar, udi hindi hidrosolü ilaveli yemlerin yüksek stoklama yoğunluğunda FCR bakımından olumlu neticeler verdiğini göstermektedir. Tez çalışmasında elde ettiğimiz sonuçlara göre, yüksek stoklama yoğunluğunun balık büyümesinde sebep olduğu dezavantajlı durumun bertaraf edilmesinde balık yemlerine udi hindi hidrosolü ilavesinin faydalı bir metot olabileceği görülmektedir.

Balık yetiştiriciliğinde stoklama yoğunluğu önemli bir faktördür. Stoklama yoğunluğunun artması, maksimum su kullanımını daha yüksek balık üretimi ile birleştiren bir seçenektir. Bununla birlikte, aşırı yüksek stoklama yoğunluğu büyüme, hayatta kalmayı, immünolojik yanıtı ve davranışı olumsuz yönde etkileyen strese yol açabilir (Montero ve ark., 1999; Vargas-Chacoff ve ark., 2014; Andrade ve ark., 2015). Yüksek stoklama yoğunluğunun neden olduğu stres, ROS'un hücre içi oluşumunu artırabilir (Ahmad ve ark., 2000). Aşırı ROS, antioksidan savunma sistemine saldırarak antioksidan bileşenlerin (SOD, CAT, GPx ve GSH) kaybına yol açabilir (Apel ve Hirt, 2004; Bopp ve ark., 2008).

Süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) içeren antioksidan enzim sistemi, yüksek hayvanlarda hücrenin homeostazını sürdürmede önemli roller oynar (Aruoma, 1998). Lipit peroksidasyonu, hücrel oksidatif hasarın yaşamsal belirtilerinden biri olarak kabul edilir ve genellikle lipid hidroperoksitlerin bir ayrışma ürünü olan MDA düzeyi ile yansıtılır (Draper ve Hadley, 1989). Montero ve ark. (1999)'a göre yüksek stoklama yoğunluğu, lipit dağılımı ve bağışıklık aktivitesi gibi bazı fizyolojik fonksiyonları etkilemektedir ve balıklarda hiçbir hastalık belirtisi görülmemesine rağmen bağışıklık sistemlerinin baskılanması belirtileri görülmektedir. Bazı çalışmalar, balıklarda yüksek stoklama yoğunluğu gibi stresin, membranlardaki çoklu doymamış yağ asitlerine doğrudan saldıran ve lipid peroksidasyonunu başlatan ROS üretimini indüklediğini göstermiştir (Sahin ve ark., 2014; Andrade ve ark., 2015). Bununla birlikte, Liu ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada MDA oluşumunda farklılık kaydetmemişlerdir ve yüksek stoklama yoğunluğunun kalkan balığında lipid peroksidasyonunu indüklemeyebileceğini belirtmişlerdir. Tez çalışmasında MDA bulgularına baktığımızda (Şekil 3.2), Japon balığı kas MDA seviyesinin en yüksek Kontrol H grubunda, en düşük ise Kontrol L grubunda olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Japon balıklarında yüksek stoklama yoğunluğunun oksidatif strese neden olduğu anlaşılmaktadır. Udi hindi hidrosolü katkılı yemlerle beslenen Japon balığı kaslarında MDA seviyelerinin ise Kontrol H grubuna kıyasla azaldığı görülmektedir ($p<0,05$). Udi hindi hidrosolü katkılı yemlerle besleme yapmanın MDA seviyesini düşürmede etkili olduğunu belirtebiliriz.

Liu ve ark. (2016), oksidatif stres ve metabolizma analizlerine göre antioksidanların [süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon (GSH)] ve metabolik enzimlerin [gliserol-3-fosfat dehidrogenaz (G3PDH) ve glikoz-6 fosfat dehidrojenaz (G6PDH)] yüksek stok yoğunluğunda yetiştirilen kalkan balıklarının karaciğerinde azaldığını belirtmektedir. Bu depresyonun, stoklama yoğunluğunun sürekli stresine bir tepki olduğu ve antioksidan sistemlerin sınırlı yeteneklerini yansıtır olabileceği bildirilmektedir. Sahin ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada, yüksek yoğunluklu stres altındaki balıklara farklı dozlarda likopen takviyesinin, karaciğerde antioksidan enzimlerin (GSH-Px, SOD ve CAT) artmış aktivitesinin yanı sıra doza bağlı olarak MDA seviyesinde azalmaya neden olduğunu ve likopenin oksidatif stresin azaltılmasında önemli rolü olduğunu belirtmişlerdir. Tez çalışmasında, Kontrol H grubunda CAT seviyesi azalırken, HİD05 ve HİD1 deneme gruplarında kaslardaki CAT seviyeleri artmıştır (Şekil 3.3). En yüksek CAT seviyesi Kontrol L grubunda elde edilmiştir ($p<0,05$). Kontrol H grubunda SOD seviyesinde azalma olurken, HİD2 deneme grubu hariç udi hindi hidrosolü katkılı yemlerle beslenen deneme gruplarında

(HİD05 ve HİD1) Japon balığı kaslarında SOD seviyelerinde artış vardır. En yüksek SOD seviyesi Kontrol L grubunda elde edilmiştir ($p<0,05$). %2 oranında udi hindi hidrosolü ilavesinin kas dokusunda CAT ve SOD seviyesini yükseltmede başarısız olduğu anlaşılmaktadır. Udi hindi hidrosolü takviyesinin stres altındaki Japon balıklarında kas dokusunda CAT ve SOD enzim seviyelerini arttırdığı (Şekil 3.3, 3.4), MDA seviyesini düşürdüğü bulunmuştur (Şekil 3.2) (Tablo 3.4). Bu sonuçlar, yüksek stoklama yoğunluğundaki deneme gruplarında %0,5 ve %1 oranında udi hindi hidrosolü ilaveli yemlerle yapılan beslemenin, Japon balığında oksidatif stresin azaltılmasında önemli rol oynadığını göstermektedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, tez çalışmasında elde ettiğimiz verilere göre, udi hindi hidrosolü ilaveli yemlerle yüksek stoklama yoğunluğunda yetiştirilen Japon balıklarının stok yoğunluğu stresine karşı direnç gösterebileceğini göstermektedir. Udi hindi hidrosolü, yoğun stokta yetiştirilen balıkların antioksidan parametrelerinde iyileştirme sağlamıştır. Yüksek stoklama yoğunluğu koşulları altında Japon balığının büyüme parametrelerinde ve yaşama oranında olumsuz bir veri kaydedilmemiştir. Bununla birlikte, stresli koşullar altında yetiştirilen balıklar üzerinde udi hindi hidrosolünün etkilerini anlamak için farklı balık türleri üzerinde daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç vardır.



6. KAYNAKLAR

- Ahmad, I., Hamid, T., Fatima, M., Chand, H.S., Jain, S.K., Athar, M., Raisuddin, S.,** 2000. Induction of hepatic antioxidants in freshwater catfish (*Channa punctatus* Bloch) is a biomarker of paper mill effluent exposure. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects Supports open Access*, 1523:37-48.
- Akpınar, M.,** 2021. Işık stresine maruz kalan kerevitlerde (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) çörek otu katkılı yemlerin antioksidan parametrelere etkisi. *Doktora Tezi*, Munzur Üniversitesi, Tunceli, 50s.
- Alam, J., Mujahid, M., Badruddeen, Rahman, M.A., Akhtar, J., Khalid, M., Jahan, J., Basit, A., Khan, A., Shawwal, M., Iqbal, S.S.,** 2015. An insight of pharmacognostic study and phytopharmacology of *Aquilaria agallocha*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5(08):173-181.
- Altıf, T.A.S.,** 2018. Alabalıklarda (*Oncorhynchus mykiss*) bazı tıbbi bitkilerin muhtemel immunostimulant ve antioksidan etkilerinin araştırılması. *Doktora Tezi*, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, 69s.
- Altınterim, B., Gulec, A.K., Aksu O.,** 2012. Determination of Safety Dose of Eucalyptus camaldulensis Hydrosol on Mirror Carp (*Cyprinus carpio*). *Fresenius Environmental Bulletin*, 21(5a):1219-1222.
- Altınterim, B., Öztürk, E., Kutluyur, F., Aksu, O.,** 2018b. Yeşil Çay Yağının Gökkuşluğu Alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) Yem Değerlendirme Oranına ve Hematolojik Parametrelerine Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 13(2):159-164.
- Altınterim, B., Kutluyur, F., Aksu, O.,** 2018a. Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi (ORAK) Seviyeleri Farklı Bitki Masere Yağlarının Yoğun Stoklanmış Gökkuşluğu Alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) Bazı Kan Parametrelerine Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 13(1):63-69.
- Amalraj, A., Gopi, S.,** 2017. Medicinal properties of *Terminalia arjuna* (Roxb.) Wight&Arn.: A review. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7:65-78.
- Anastasiou, T.I., Mandalakis, M., Krigas, N., Vézignol, T., Lazari, D., Katharios, P., Dailianis, T., Antonopoulou, E.,** 2020. Comparative Evaluation of Essential Oils from Medicinal-Aromatic Plants of Greece: Chemical Composition, Antioxidant Capacity and Antimicrobial Activity against Bacterial Fish Pathogens. *Molecules*, 25:148.
- Andrade, T., Afonso, A., Perez-Jimenez, A., Oliva-Teles, A., Heras, V., Mancera, J.M., Serradeiro, R., Costas, B.,** 2015. Evaluation of different stocking densities in a Senegalese sole (*Solea senegalensis*) farm: implications for growth, humoral immune parameters and oxidative status. *Aquaculture*, 438:6-11.

- Apel, K., Hirt, H.,** 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annual Review of Plant Biology*, 55(1):373-99.
- Aruoma, O.,** 1998. Free radicals, oxidative stress, and antioxidants in human health and disease. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75:199-212.
- Bairwa, M.K., Jakhar, J. K., Satyanarayana, Y., Reddy, A.D.,** 2012. Animal and plant originated immunostimulants used in aquaculture. *Journal of Natural Product and Plant Resources*, 2(3):397-400.
- Bolasina, S., Tagawa, M., Yamashita, Y., Tanaka, M.,** 2006. Effect of stocking density on growth, digestive enzyme activity and cortisol level in larvae and juveniles of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 259:432-443.
- Bopp, S.K., Abicht, H.K., Knauer, K.,** 2008. Copper-induced oxidative stress in rainbow trout gill cells. *Aquatic Toxicology*, 86:197-204.
- Boyd, C.E., Tucker, C.S.,** 2012. Pond Aquaculture Water Quality Management. Springer Science & Business Media, Almanya, 700s.
- Brahmachari, U.N.,** 2001. The role of science in recent progress of medicine. *Current Science*, 81(1):15-16.
- Braun, N., Lima, R.L., Baldisserotto, B., Dafre, A.L., Nuner, A.P.O.,** 2010. Growth, biochemical and physiological responses of *Salminus brasiliensis* with different stocking densities and handling. *Aquaculture*, 301:22-30.
- Can, E., Özçiçek, E., Benzer, F., Erişir, M., Kızak, V., Kocabaş, M., Ateş, M., Aksu, Ö., Türkoğlu, S., Kocabaş Kutluer, F., Yılmaz, K.,** 2022. Munzur alabalığı (*Salmo munzuricus*)'nın kapalı devre akuakültür sisteminde gelişimi ve antioksidan enzim aktivitelerinin belirlenmesi. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8(1):1-9.
- Chang, S.T., Chen, P.F., Chang, S.C.,** 2001. Antibacterial activity of leaf essential oils and their constituents from *Cinnamon osmophloeum*. *Journal of Ethnopharmacology*, 77:123-127.
- Chatterjee, N., Pal, A.K., Das, T., Mohammed, M.S., Sarma, K., Venkateshwarlu, G., Mukherjee, S.C.,** 2006. Secondary stress responses in Indian major carps *Labeo rohita* (Hamilton), *Catla catla* (Hamilton) and *Cirrhinus mrigala* (Hamilton) fry to increasing packing densities. *Aquaculture Research*, 37:472-476.
- Chorianopoulos, N.G., Giaouris, E.D., Skandamis, P.N., Haroutounian, S.A., Nychas, G.J.E.,** 2008. Disinfectant test against monoculture and mixed-culture biofilms composed of technological, spoilage and pathogenic bacteria: Bactericidal effect of essential oil and hydrosol of *Satureja thymbra* and comparison with standard acidbase sanitizers. *Journal of Applied Microbiology*, 104:1586-1596.
- Chowdhury, S., Saikia, S.K.,** 2020. Oxidative Stress in Fish: A Review. *Journal of Scientific Research*, 12(1):145-160.

- Dash, M., Patra, J.K., Panda, P.P.,** 2008. Phytochemical and antimicrobial screening of extracts of *Aquilaria agallocha* Roxb.. *African Journal of Biotechnology*, 7(20):3531-3534.
- Dawood, M.A.O., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S.,** 2016. Effects of dietary inactivated *Pediococcus pentosaceus* on growth performance, feed utilization and blood characteristics of red sea bream, *Pagrus major* juvenile. *Aquaculture Nutrition*, 22:923-932.
- Dawood, M.A., Shukry, M., Zayed, M.M., Omar, A.A., Zaineldin, A.I., El Basuini, M.F.,** 2019. Digestive enzymes, immunity and oxidative status of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in intensive conditions. *Slovenian Veterinary Research*, 56:99-108.
- Dawood, M.A.O., Metwally, A.S., Sharawy, M.E., Atta, A.M., Elbially, Z.I., Abdel-Latif, H.M.R., Paray, B.A.,** 2020. The role of β -glucan in the growth, intestinal morphometry, and immune-related gene and heat shock protein expressions of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) under different stocking densities. *Aquaculture*, 523: 735205.
- de Oliveira, E.G., Pinheiro, A.B., de Oliveira, V.Q., da Silva, A.R.M., de Moraes, M.G., Rocha, I.R.C.B., de Sousa, R.R., Costa, F.H.F.,** 2012. Effects of stocking density on the performance of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in cages. *Aquaculture*, 370-371:96–101.
- Draper, H., Hadley, M.,** 1989. Malondialdehyde determination as index of lipid peroxidation. *Methods in Enzymology*, 186:421-431.
- Dikmetaş, D.N., Konuşur, G., Mutlu İngök, A., Gülsünoğlu, Z., Karbancıoğlu Güler, F.,** 2019. Portakal (*Citrus sinensis*) Kabuğundan Elde Edilen Hidrosol/Esansiyel Yağların Antimikrobiyal ve Antioksidan Özellikleri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7:274-283.
- Doğankaya, L.,** 2017. Japon Balıklarında (*Carassius auratus* L. 1758) Yeme İlave Edilen Probiyotiklerin Büyüme Performansına Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7:313-319.
- Dwiardani, K.H., Sari, L.A., Sari, P.D.W., Nindarwi, D.D., Arsad, S.,** 2020. The effect of feed larvae *Chironomus* sp. and high pellet protein to seedling goldfish (*Carassius auratus*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 441.
- Eksen, T., Yonar, S.M.,** 2021. Pullu sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)'da ellajik asidin büyüme ve bazı antioksidan parametrelere etkisi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38(3):337-343.
- Ellis, T., North, B., Scott, A.P., Bromage, N.R., Porter, M., Gadd, D.,** 2002. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *Journal of Fish Biology*, 61(3):493-531.
- FAO,** The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation, Rome, 2022.

- Hafeez-ur-Rehman M., Iqbal K.J., Abbas F., Mushtaq M.M.H., Rasool F., Parveen S.,** 2015. Influence of feeding frequency on growth performance and body indices of Goldfish (*Carrassius auratus*). *Aquaculture Research & Development*, 6:5.
- Hamidpour, R., Hamidpour, S., Hamidpour, M., Shahlari, M., Sohraby, M., Shahlari, N., Hamidpour, R.,** 2017. Russian olive (*Elaeagnus angustifolia* L.): From a variety of traditional medicinal applications to its novel roles as active antioxidant, anti-inflammatory, anti-mutagenic and analgesic agent. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7:24-29.
- Herrera, M., Vargas-Chacoff, L., Hachero, I., Ruíz-Jarabo, I., Rodiles, A., Navas, J.I., Mancera, J.M.,** 2009. Physiological responses of juvenile wedge sole *Dicologlossa cuneata* (Moreau) to high stocking density. *Aquaculture Research*, 40:790-797.
- Hoseini, S.M., Mirghaed, A.T., Ghelichpour, M., Paghe, E., Iri, Y., Kor, A.,** 2019. Effects of dietary tryptophan supplementation and stocking density on growth performance and stress responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 519:734908.
- Hoseinifar, S.H., Yousefi, S., Doan H.V., Ashouri, G., Gioacchini, G., Maradonna, F., Carnevali, O.,** 2021. Oxidative Stress and Antioxidant Defense in Fish: The Implications of Probiotic, Prebiotic, and Synbiotics. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 29(2):198-217.
- Gürkan, K.E.,** 2021. Karanfil yağının japon balığının (*Carassius auratus*) taşınmasında stoklama yoğunluğu üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana*, 60s.
- Iwama, G.K., Pickering, A., Sumpter, J., Schreck, C.,** 2011. Fish Stress and Health in Aquaculture. Cambridge University Press, Birleşik Krallık, 134s.
- Iwama, G.K., Vijayan, M.M., Forsyth, R.B., Ackerman, P.A.,** 1999. Heat Shock Proteins and Physiological Stress in Fish. *American Zoologist Journal*, 39:901-909.
- Jahedi A., Jaferian A, Albooshoke S.N.,** 2012. The Effect of Density on Growth and Survival of the Goldfish (*Carassius auratus*, Bloch, 1783). *World Journal of Agricultural Sciences*, 8(4):375-377.
- Khalil, A.S., Rahim, A.A., Taha, K.K., Abdallah K.B.,** 2013. Characterization of Methanolic Extracts of Agar wood Leaves. *Journal of Applied and Industrial Sciences*, 1(3):78-88.
- Khasanah, L.U., Utami, R., Kawiji, Manuhara, G.J.,** 2021. Characterization of cinnamon bark (*Cinnamomum burmannii*) hydrosol in variations opening valve of pilot plan-scale steam distillation. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(1):20-30.
- Kiron, V., Thawonsuwan, J., Pangrahı, A., Scharsack, J.P., Satoh, S.,** 2011. Antioxidant and immune defences of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) offered plant oils differing in fatty acid profiles from early stages. *Aquaculture Nutrition*, 17:2.

- Kim, Y.C., Lee, E.H., Lee, Y.M., Kim, K.H., Song, B., Lee, E.J., Kim, H.M.,** 1997. Effect of the aqueous extract of *Aquilaria agallocha* stems on the immediate hypersensitivity reactions. *Journal of Ethnopharmacology*, 1:31-38.
- Kiriratnikom, S., Zaaou, R., Suwanpugdee, A.,** 2005. Effects of various levels of Spirulina on growth performance and pigmentation in goldfish (*Carassius auratus*). *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 27(1):133-139.
- Korkut, A.Y., Kop, A., Demirtaş, N., Cihaner, A.,** 2007. Balık Beslemede Gelişim Performansının İzlenme Yöntemleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24(1-2): 201-205.
- Kuhn, D.D., Boardman, G.D., Lawrence, A.L., Marsh, L., Flick Jr, G.J.,** 2009. Microbial floc meal as a replacement ingredient for fish meal and soybean protein in shrimp feed. *Aquaculture*, 296:51-57.
- Küçükbay, F.Z., Yazlak, H., Karaca, I., Sahin, N., Tuzcu, M., Cakmak, M.N., Sahin, K.,** 2009. The effects of dietary organic or inorganic selenium in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under crowding conditions. *Aquaculture Nutrition*, 15:569-576.
- Liu, B., Jia, R., Han, C., Huang, B., Lei, J.L.,** 2016. Effects of stocking density on antioxidant status, metabolism and immune response in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 190:1-8.
- Lugert, V., Thaller, G., Tetens, J., Schulz, C., Krieter, J.,** 2016. A review on fish growth calculation: multiple functions in fish production and their specific application. *Reviews in Aquaculture*, 8:30–42.
- Lushchak, V.I.,** 2011. Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals. *Aquatic Toxicology*, 101:13–30.
- Manasi, D., Jayanta, K.P., Prasanna, P.P.,** 2008. Phytochemical and antimicrobial screening of extracts of *Aquilaria agallocha* Roxb. *African Journal of Biotechnology*, 2:3531-3534.
- Matsumoto, H., Silverton, S.F., Debolt, K., Shapiro, I.M.,** 1991. Superoxide dismutase and catalase activities in the growth cartilage: Relationship between oxidoreductase activity and chondrocyte maturation. *Journal of Bone and Mineral Research*, 6(6):569-574.
- Meade, J.W., Ramsey, J.F., Williams, J.C.,** 1985. Effects of cumulative loading level, as fish weight per unit of flow, on water quality and growth of lake trout. *Journal of the World Mariculture Society*, 16:40-51.
- Meenatchi, P., Purushothaman, Purushothaman, A., Maneemegalai, S.,** 2017. Antioxidant, antiglycation and insulinotropic properties of *Coccinia grandis* (L.) in vitro: Possible role in prevention of diabetic complications. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7:54-64.

- Miles, A.M., Grisham, M.B.**, 1994. Antioxidant properties of aminosalicylates. *Journal Green Pharmacy Information*, 234:555-572.
- Miniyar, P.B., Chitre, H.J., Deuskar, P.S., Karve, S.S., Jain S.K.**, 2008. Antioxidant activity of ethyl acetate extract of *Aquilaria agallocha* on nitrite induced methaemoglobin formation. *International Journal of Green Pharmacology*, 1:116-117.
- Mohanta, K.N., Subramanian, S.**, 2002. Field report effect of diets with protein from different sources on the growth of Goldfish, *Carassius auratus*. *The Israeli Journal of Aquaculture*, 54(3):134-140.
- Montero, D., Izquierdo, M.S., Tort, L., Robaina, L., Vergara, J.M.**, 1999. High stocking density produces crowding stress altering some physiological and biochemical parameters in gilthead seabream, *Sparus aurata*, juveniles. *Fish Physiology and Biochemistry*, 20:53-60.
- North, B.P., Turnbull, J.F., Ellis, T., Porter, M.J., Migaud, H., Bron, J., Bromage, N.R.**, 2006. The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 255:466-479.
- Ogueji, E.O., Iheanacho, S.C., Dada, A. O., Yaji, A.J., Ifejimalu, A., Ibrahim, B.U., Mbah, E.C., Okafor, E.A., Nnatuanya, I.O.**, 2017. Effect of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) and ginger (*Zingiber officinale*) as feed additives, on growth and haematology of *Clarias gariepinus* Juvenile. *African Journal of Biotechnology*, 16(48):2242-2247.
- Pakravan, S., Hajimoradloo, A., Ghorbani, R.**, 2012. Effect of dietary willow herb, *Epilobium hirsutum* extract on growth performance, body composition, haematological parameters and *Aeromonas hydrophila* challenge on common carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture Research*, 43:861-869.
- Patil, K.R., Patil, C.R.**, 2017. Anti-inflammatory activity of bartogenic acid containing fraction of fruits of *Barringtonia racemosa* Roxb. in acute and chronic animal models of inflammation. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7:86-93.
- Patil, P.A., Dube, K., Verma, A.K., Chadha, N.K., Sundaray, J.K., Jayasankar, P.**, 2019. Growth performance of goldfish, *Carassius auratus* and basil, *Ocimum basilicum* in media bed aquaponics. *Indian Journal of Fisheries*, 66(1):112-118.
- Pereira, E., Pimenta, A.I., Calhelha, R.C., Antonio, A.L., Verde, S.C., Barros, L., Santos-Buelga, C., Ferreira, I.C.F.R.**, 2016. Effects of gamma irradiation on cytotoxicity and phenolic compounds of *Thymus vulgaris* L. and *Mentha×piperita* L. *LWT-Food Science and Technology*, 71:370-377.
- Rahman, H., Vakati, K., Eswaraiah, M.C.**, 2012. In-Vivo and In-Vitro Anti-Inflammatory Activity of *Aquilaria agallocha* Oil. *International Journal of Basic Medical Sciences and Pharmacy*, 2(1):2049-4963.

- Rahman, M.A., Khisa, S.K.**, 1984. Agar production in agar tree by artificial inoculation and wounding, part-II, further evidences in favor of agar formation. *Bono Biggyan Patrika*, 9(1-2):57-63.
- Raseduzzaman, M., Mahfuj, M.S., Samad, M.A., Rahman, B.M.S., Sarower, M.G., Barman, A.K.**, 2014. Estimation of Growth and Survival of Comet Gold Fish, *Carassius auratus* by Using Artificial and Natural Feeds in Closed Glass Fiber Aquaria. *American Journal of Zoological Research*, 2(2):33-36.
- Rema, P., Gouveia, A.**, 2005. Growth and Survival of Goldfish (*Carassius auratus*) Larvae Reared at Different Densities. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4(2):274-275.
- Rota, M.C., Herrera, A., Martinez, R.M., Sotomayor, J.A., Jordan M.J.**, 2008. Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis* and *Thymus hyemalis* essential oils. *Food Control*, 19:681-687.
- Ribeiro, S.C., Castelo, A.S., Silva, B.M.P.D., Cunha, A.D.S., Proietti Junior, A.A., Oba-Yoshioka, E.T.**, 2016. Hematological responses of tambaqui *Colossoma macropomum* (Serrassalmidae) fed with diets supplemented with essential oil from *Mentha piperita* (Lamiaceae) and challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Acta Amazonica*, 46(1):99-106.
- Sahin, K., Yazlak, H., Orhan, C., Tuzcu, M., Akdemir, F., Sahin, N.**, 2014. The effect of lycopene on antioxidant status in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared under high stocking density. *Aquaculture*, 418-419:132-138.
- Satapathy, A.K., Gunasekaran, G., Sahoo, S.C., Kumar, A., Rodrigues, P.V.**, 2009. Corrosion inhibition by *Justicia gendarussa* plant extract in hydrochloric acid solution. *Corrosion Science*, 51:2848-2856.
- Sayeed, I., Parvez, S., Pandey, S., Bin-Hafeez, B., Haque, R., Raisuddin, S.**, 2003. Oxidative stress biomarkers of exposure to deltamethrin in freshwater fish, *Channa punctatus* Bloch. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 56:295-301.
- Scandalios, J.G.**, 2005. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. *Brazilian journal of medical and biological research*, 38(7):995-1014.
- Schreck, C.B., Tort, L.**, 2016. The Concept of Stress in Fish. In *Fish Physiology*, pp. 1-34. eds. Schreck, C.B., Tort, L., Farrell A.P. & Brauner C.J., Elsevier, Amsterdam.
- Sevgiler, Y., Oruç, E.O., Üner, N.**, 2004. Evaluation of etoxazole toxicity in the liver of *Oreochromis niloticus*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 78:1-8.
- Shete, A.P., Verma, A.K., Tandel, R.S., Prakash, C., Tiwari, V.K., Hussain, T.**, 2013. Optimization of Water Circulation Period for the Culture of Goldfish with Spinach in Aquaponic System. *Journal of Agricultural Science*, 5(4):26-30.

- Siregar, I.P.**, 2020. Studi Pemanfaatan Water Aromatic/Hidrosol Sereh Wangi Dalam Pembuatan Kosmetik Face Toner. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*, 15:1.
- Syahidah, A., Saad, C.R., Daud, H.M., Abdeldahi, Y.M.**, 2015. Status and potential of herbal applications in aquaculture: A review. *Iranian Journal of fisheries Sciences*, 14(1):27-44.
- Şahan, A., Özütok, S., Kurutaş, E.B.**, 2016. Determination of Some Hematological Parameters and Antioxidant Capacity in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) Fed Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) to *Aeromonas hydrophila*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16:197-204.
- Takemoto, H., Ito, M., Shiraki, T., Yagura, T., Honda, G.**, 2008. Sedative effects of vapour inhalation of agar wood oil and spikenard extract and identification of their active components. *Journal of Natural Medical Science*, 62:41-46.
- Tamuli, P., Boruah, P., Nath, S.C., Samanta, R.**, 2000. Fungi from diseased agarwood tree (*Aquilaria agallocha* Roxb.): Two new records. *Advances Forest Research India*, 22:182-187.
- Tidwell, J.H., Bright, L.A.**, 2019. Freshwater Aquaculture. *Encyclopedia of Ecology (Second Edition)*, 1:91-96.
- TÜİK**, Su Ürünleri 2021, Haber Bülteni, sayı: 45745, 2, Ankara, 2021.
- van de Nieuwegiessen, P., Boerlage, A., Verreth, J., ve Schrama, J.**, 2008. Assessing the effects of a chronic stressor, stocking density, on welfare indicators of juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. *Applied Animal Behaviour Science*, 115:233-243.
- Vargas-Chacoff, L., Martinez, D., Oyarzun, R., Nualart, D., Olavarria, V., Yanez, A., Bertran, C., Ruiz-Jarabo, I., Mancera, J.**, 2014. Combined effects of high stocking density and *Piscirickettsia salmonis* treatment on the immune system, metabolism and osmoregulatory responses of the Sub Antarctic Notothenioid fish *Eleginops maclovinus*. *Fish & Shellfish Immunology*, 40:424-434.
- Yanar, M., Öter, H.H., Evliyaoğlu, E.**, 2020. Fenoksietanol ve Açlık Süresinin Japon Balığının (*Carassius auratus*) taşınmasında Stok Miktarına Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 6:1554-1560.
- Yonar, S.M., Yonar, M.E., Sağlam, N., Silici, S.**, 2012. Farklı Su Sıcaklıklarında Tutulmuş Pullu Sazan (*Cyprinus carpio carpio* Linnaeus, 1758)'nın Karaciğer ve Böbreğindeki Bazı Antoksidan Parametreler Üzerine Propolisin Etkisi. *Menba Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 1(1):11-16.
- Zantar, S., Haouzi, R., Chabbi, M., Laglaoui, A., Mouhi, M., Boujnah, M., Bakkali, M., Zerrouk, M.H.**, 2015. Effect of gamma irradiation on chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Thymus vulgaris* and *Mentha pulegium* essential oils. *Radiation Physics Chemistry*, 115:6-11.
- Westers, H.**, 2001. Production. In *Fish Hatchery Management*, pp. 31-89. eds. Wedemeyer, G.A., American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.

