



***Hippophae rhamnoides* L. (YABANI İĞDE)  
MEYVELERİNDEN ELDE EDİLEN EKSTRAKLARIN  
GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARININ (*Oncorhynchus mykiss*,  
*Walbaum*) BÜYÜME PERFORMANSI VE FİZYOLOJİK  
PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Hilal BAYIR**

**Danışman: Prof. Dr. Telat YANIK  
Doktora Tezi  
Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı  
2022  
(Her hakkı saklıdır.)**

T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

***Hippophae rhamnoides* L. (YABANI İĞDE) MEYVELERİNDEN ELDE EDİLEN  
EKSTRAKLARIN GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARININ (*Oncorhynchus mykiss*,  
*Walbaum*) BÜYÜME PERFORMANSI VE FİZYOLOJİK PARAMETRELER  
ÜZERİNE ETKİLERİ**

(The Effects of Extracts From *Hippophae rhamnoides* L. (Wild Spindle) on Growth  
Performance and Physiological Parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*,  
*Walbaum*))

DOKTORA TEZİ

Hilal BAYIR

Danışman: Prof. Dr. Telat YANIK

Erzurum  
Kasım, 2022

T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI

**HİPPOPHAE RHAMNOİDES L. (YABANI İĞDE) MEYVELERİNDEN ELDE  
EDİLEN EKSTRAKLARIN GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARININ  
(ONCORHYNCHUS MYKISS, WALBAUM) BÜYÜME PERFORMANSI VE  
FİZYOLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİLERİ**

Prof. Dr. Telat YANIK danışmanlığında, Hilal BAYIR tarafından hazırlanan bu çalışma, 22/12/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı Su Ürünleri Mühendisliği Bilim Dalı'nda doktora tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (5./5.)** ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Mehmet KOCABAŞ <i>Karadeniz Teknik Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Telat YANIK <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Abdülmecit ALBAYRAK <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. İlhan YANDI <i>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

**Prof.Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN**  
**Enstitü Müdürü**

Aslı ıslak imzalıdır

Bu çalışma BAP lisansüstü projeleri kapsamında desteklenmiştir.  
Proje No: 9020

## ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Doktora Tezi olarak Prof. Dr. Telat YANIK danışmanlığında sunulan ‘‘Hippophae rhamnoides L. (Yabani İğde) Meyvelerinden Elde Edilen Ekstrakların Gökkuşuğu Alabalıklarının (Oncorhynchus mykiss, Walbaum) Büyüme Performansı ve Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkileri’’ başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	18	30
Kuramsal Temeller	28	30
Materyal ve Metot	30	35
Araştırma Bulguları	7	20
Tartışma, Sonuçlar ve Öneriler	14	20
Tezin Geneli	24	25

*Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.*

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Hilal BAYIR	Prof. Dr. Telat YANIK
07.12.2022	07.12.2022
İmza: Aslı ıslak imzalıdır	İmza: Aslı ıslak imzalıdır

\* Tez ile ilgili YÖKTEZ'de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../.... tarih ve ..... sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../.... tarih ve ..... sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu alışma 9020 Proje numarasıyla Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından desteklenmiş olup, çalışmanın bir kısmı Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinde, bir kısmı da Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji anabilim dalı ve Kafkas Tıp Fakültesi Histoji ve Embriyoloji anabilim dalı laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmayı maddi açıdan destekleyen Atatürk Üniversitesi BAP birimine, çalışmalarımı gerçekleştirme imkânı sağlayan Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji anabilim dalına ve Kafkas Tıp Fakültesi Histoji ve Embriyoloji anabilim dalına katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmanın araştırma konusunun belirlenmesi, planlanıp yürütülmesi ve tez haline getirilmesinde bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Telat YANIK'a ve tez izleme komitemde bulunan bana bilgileriyle yol gösteren sayın Prof. Dr. Muhammet ATAMANALP ve Prof. Dr. Abdülmecit ALBAYRAK hocama teşekkürü borç bilirim. Doktora eğitimim boyunca yardımlarını benden esirgemeyen çok kıymetli hocam Prof. Dr. Abdulkadir Bayır'a minnet ve teşekkür ediyorum. Ayrıca tez çalışmamın her safhasında yardımlarıyla yanımda olan arkadaşlarım şeyda Tacer Tanas, Ekrem Sulukan, Araştırma Görevlisi Fatih Korkmaz hocama ve çok kıymetli kardeşim Emir Enis YURDGÜLÜ teşekkürlerimi borç bilirim. Deney aşamasında yardımlarını esirgemeyen sayın Prof. Dr. Güzin KABAN ve Doç. Dr. Esen SEZEN KARAOĞLAN hocalarıma ve ayrıca laboratuvar imkanı sağlayan Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dekanlığı'na ve Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim dalına teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda olan yol arkadaşım, sevgili eşim Prof. Dr. Yasin BAYIR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hilal BAYIR

## ÖZET

### DOKTORA TEZİ

#### ***Hippophae rhamnoides* L. (YABANI İĞDE) MEYVELERİNDEN ELDE EDİLEN EKSTRAKLARIN GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARININ (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) BÜYÜME PERFORMANSI VE FİZYOLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Hilal BAYIR**

**Danışman: Prof. Dr. Telat YANIK**

**Amaç:** Balık üretiminin sürdürülebilirliğinde esas, kullanılan yem kaynağına bağlıdır. Konvansiyonel balık yemleri çoğunlukla bitkisel maddeler ve balık unudur. Bu çalışma gökkuşığı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) büyüme performansı artırmak, sağlığını korumak, ürünlerin miktar ve kalitesini artırmak için içeriğinde imlik sistemini güçlendiren pek çok molekülü barındıran tıbbi ve gıda olarak kullanılan bitkilerden *Hippophae rhamnoides* (yabani iğde) meyvelerinden elde edilen yağın etkisi araştırılmıştır.

**Yöntem:** Ortalama ağırlığı 15-20 g olan gökkuşığı alabalıklarının yemlerine üç tekerrürlü % 0,25, % 0,5 ve %1 oranında yabani iğde yağı ilave edilmiş ve 45 gün beslenmiştir. Deneme sonunda büyüme performansları (spesifik büyüme oranı, canlı ağırlık kazancı, günlük yem alımı, yem değerlendirme oranı, yaşama oranı) fileto rengi, fileto, karaciğer ve yemde besin madde kompozisyonu analizi (kuru madde, ham kül ve ham protein ve ham yağ), fileto, karaciğer ve yabani iğde de yağ asitlerinin tayini, mide ve barsaklarda sindirim enzimlerinin aktivitesi (amilaz, pepsin, lipaz, tripsin), kanda bağışıklık sistemi analizleri (lizozim, NBT ve MPO aktiviteleri), karaciğer de antioksidan aktivite tayini (SOD, CAT, GSH ve MDA), karaciğer ve bağırsaklarda H&E inceleme yapıldı.

**Bulgular:** *Hippophae rhamnoides* yağı alabalıklarda ortalama % 20'ye varan büyüme performanslarının yanı sıra ürün kalitesi, besin madde kompozisyon değişmiştir. Omega-7 yağ asidi, gıda proteinleri ve sindirim enzimleri ile etkileşimleri bağışıklık parametrelerinde ve hücresele seviyede koruyucu etki göstermiş ve protein sindirilebilirliğini ve fenolik biyoyararlanımı değiştirmiş olduğu düşünülmektedir.

**Tartışma:** Bu çalışmada gözlemlenen büyüme ve diğer immün sistem ve antioksidan gibi performans parametrelerinin güçlendirmesi nedeniyle *Hippophae rhamnoides* gökkuşığı alabalığında yem katkı maddesi olarak kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Bağışıklık, Büyüme, Gökkuşığı alabalığı, *Hippophae Rhamnoides*, Yağ.

2022, 76 sayfa

## ABSTRACT

### DOCTORAL DISSERTATION

#### THE EFFECTS OF EXTRACTS FROM *Hippophae rhamnoides* L. (Wild Spindle) ON GROWTH PERFORMANCE AND PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum)

Hilal BAYIR

Supervisor: Prof. Dr. Telat YANIK

**Purpose:** The sustainability of fish production depends on the feed source used. Conventional fish feeds are mostly vegetable ingredients and fish meal. In this study, the effect of oil obtained from sea buckthorn berry pulp, *Hippahae rhamnoides* (HR), which are used as medicinal and food plants containing many molecules that strengthen the immune system, was investigated in order to increase growth performance, protect health, and increase the quantity and quality of products in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).

**Methods:** Rainbow trout with an average weight of 15-20 g were fed with three replications of 0.25%, 0.5% and 1% HR oil and fed for 45 days. At the end of the trial, growth performances (specific growth rate, live weight gain, daily feed intake, feed evaluation rate, survival rate), fillet product quality (color), nutrient composition analysis in fillet, liver and feed (dry matter, raw ash and crude protein and crude fat), determination of fatty acids in fillet, liver and sea buckthorn berry, activity of digestive enzymes in stomach and intestines (amylase, pepsin, lipase, trypsin), immune system analyzes in the blood (lysozyme, NBT and MPO activities), determination of antioxidant activity in the liver (SOD, CAT, GSH and MDA), H&E examination in liver and intestines were performed.

**Findings:** *Hippahae rhamnoides* oil has changed product quality and nutrient composition as well as growth performances up to 20% in trout. Interactions with omega-7 fatty acids, food proteins, and digestive enzymes may have had a protective effect on immune parameters and at the cellular level, altering protein digestibility and phenolic bioavailability.

**Conclusion:** Due to the growth observed in this study and the strengthening of performance parameters such as other immune systems and antioxidants, *Hippahae rhamnoides* can be used as a feed additive in rainbow trout.

**Keywords:** Immun system, growth, Rainbow trout, *Hippophae Rhamnoides*, oil.

December 2022, 76 pages

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	x
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	6
MATERYAL VE METOT .....	20
Balık Materyali.....	20
Yem Materyali .....	20
<i>Hippophae rhamnoides</i> L. Meyvelerinden Ekstraktların Hazırlanması.....	22
Deneysel Yemler, Balıklar ve Deneme Planı.....	25
Büyüme Performansı Analizleri.....	27
Fileto Renk Analizi .....	27
Vücut Kompozisyonlarının (Proksimet) Belirlenmesi (Kuru Madde, Ham kül, Ham Yağ ve Ham Protein).....	28
Fileto, Yem ve Yabani İğde Yağında Yağ Asitlerinin Tayini .....	29
Sindirim Enzimlerinin Aktivitesi (Amilaz, Pepsin, Lipaz, Tripsin) .....	29
Bağışıklık Parametrelerinin Belirlenmesi .....	29
Serum Lizozim Aktivitesi Ölçümü .....	30
Plazma Solunum Patlama (NBT) Seviyesi Ölçümü.....	30
Serum Myeloperoksidaz (MPO) Aktivitesi Ölçümü.....	30
Antioksidan Parametrelerin Belirlenmesi .....	30
Karaciğer ve Gastro İntestinal Sistem Histopatolojisi .....	31
Doku Takip İşlemleri ve Kesitlerin Hazırlanması .....	31
Boyama Ön İşlemi.....	31
Hematoksilen ve Eosin Boyama İşlemi .....	32
Mikroskopik İnceleme ve Fotoğraflama .....	32
İstatistiksel Analizler.....	32

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	33
Büyüme Performans Sonuçları .....	33
Fileto Renk Analiz Sonuçları .....	35
Vücut Kompozisyonlarının (Proksimet) Belirlenmesi (Kuru Madde, Ham Kül, Ham Yağ ve Ham Protein).....	36
Gökkuşaağı Alabalığı Filetosu, Kontrol Yem ve Yabani İğde Yağı Yağ Asitlerinin Tayini .....	38
Gökkuşaağı Alabalığı Mide ve Barsaklarındaki Sindirim Enzimlerinin Aktivitesi (Pepsin, Amilaz, Lipaz, Tripsin) .....	41
Yabani İğde Yağı İlave Edilen Yemlerle Beslenen Gökkuşaağı Alabalıklarının Serum ve Plazmasında Bağışıklık Parametrelerinin Belirlenmesi .....	42
Gökkuşaağı Alabalıklarının Karaciğer Antioksidan Parametrelerinin Belirlenmesi.....	43
Gökkuşaağı Alabalıklarındaki Histopatolojik Bulgular.....	44
Tartışma.....	46
KAYNAKLAR.....	54
EKLER .....	62
EK 1. Etik Kurul Kararı .....	62
ÖZGEÇMİŞ.....	64

## TABLÖLAR DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Denemede Kullanılan Ticari Yemin Kimsayal Analiz Raporu .....	21
<b>Tablo 2.</b> Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğı alabalıklarının büyüme performans verileri.....	33
<b>Tablo 3.</b> Yabani İğde Yağı İlave Edilen Yemlerle Beslenen Gökkuşuğı Alabalıklarının Fileto Renk Analizi Sonuçları .....	35
<b>Tablo 4.</b> Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğı alabalıklarının kuru madde, ham kül ve ham yağ seviyeleri.....	36
<b>Tablo 5.</b> Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğı alabalıklarının ve kontrol yem protein seviyeleri.....	38
<b>Tablo 6.</b> Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğı alabalıklarının filetosunda yağ asitlerinin tayini .....	39
<b>Tablo 7.</b> Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğı alabalıklarının yağ eklenmiş yemlerin ve yabani iğde yağının yağ asitleri tayini .....	40
<b>Tablo 8.</b> Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğı alabalıklarının mide pepsin, bağırsaklarda ise amilaz, lipaz ve tripsin enzim aktiviteleri .....	41
<b>Tablo 9.</b> Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğı alabalıklarının serum Lizozim, MPO ve Plazma NBT seviyesi.....	42
<b>Tablo 10.</b> Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğı alabalıklarının karaciğer SOD, GSH, MDA ve CAT seviyeleri.....	43

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Dünya su ürünleri üretimi .....	2
Şekil 2. Ülkemizde 2012-2021 yılları arasında en çok yetiştiriciliği yapılan balıklar .....	3
Şekil 3. Araştırmada izlenen akış süreci .....	20
Şekil 4. Denemede kullanılan yem .....	21
Şekil 5. Erzurum, Aşkale, Çay Köyü bitki toplama bölgesi konumu ve görselleri.....	22
Şekil 6. Toplanan bitki meyvelerinin ayırd edilmesi ve ekstraksiyona hazırlanması .....	23
Şekil 7. Soxleth Ekstraksiyon yöntemiyle yağ elde edilmesi.....	24
Şekil 8. Denemenin yapıldığı kapalı devre sistem .....	25
Şekil 9. Kapalı devre sistem ve analiz görselleri.....	26
Şekil 10. Gökkuşuğu alabalığı fileto renk analizi ölçümü .....	28
Şekil 11. Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının büyüme performans grafikleri .....	34
Şekil 12. Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının fileto renk analizi veri grafikleri .....	35
Şekil 13. Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının kuru madde, ham kül ve ham yağ seviyeleri.....	37
Şekil 14. Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının ve kontrol yem protein grafikleri.....	38
Şekil 15. Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının mide pepsin, bağırsaklarda ise amilaz, lipaz ve tripsin enzim aktiviteleri .....	41
Şekil 16. Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının serum Lizozim, MPO ve plazma NBT seviyesi .....	42
Şekil 17. Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının karaciğer SOD, GSH, MDA ve CAT seviyeleri.....	43
Şekil 18. Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının karaciğer, mide ve barsaklarının histopatolojik değerlendirme sonuçları .....	45

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

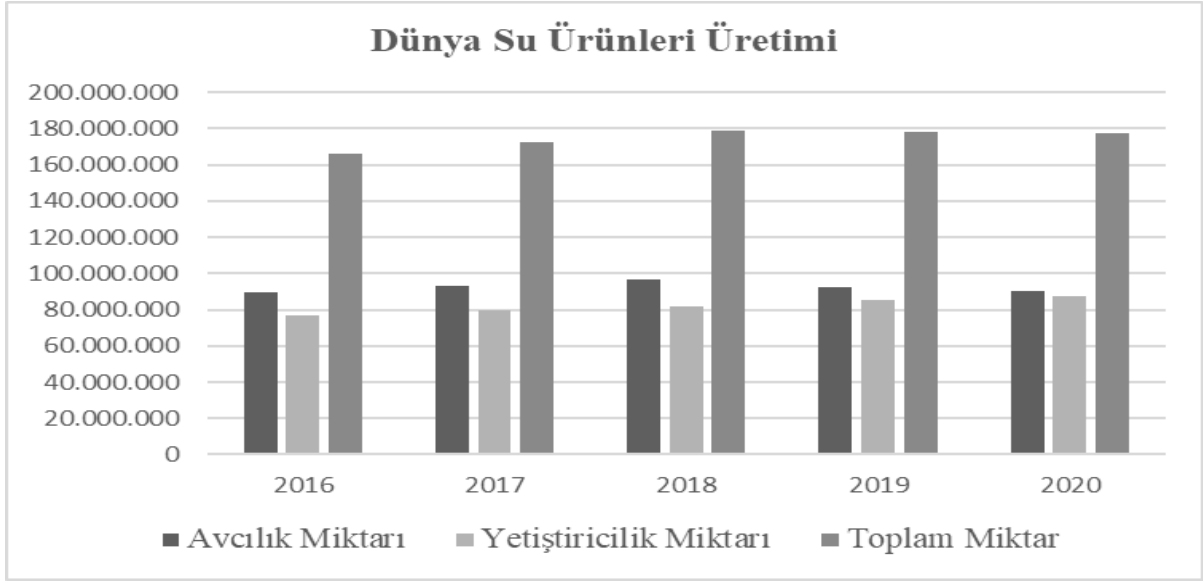
16:1	: Palmiteolik asit
18:2n-6	: Linoleik asit
18:3n-3	: Alfa linolenik asit
20:4n-6	: Araşidonik asit
20:5n-3	: EPA
22:6n-3	: DHA
ALA	: Alfa linoleik asit
CAT	: Katalaz
DHA	: Dokosahekzanoik asit
EPA	: Eikosapentaenoik asit
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GSH	: Glutasyon
HR	: <i>Hippophae Rhamnoides</i> (Yabani iğde)
MPO	: Miyeloperoksidaz
MUFA	: Tekli doymamış yağ asitleri
n-3	: Omega-3 yağ asidi
n-6	: Omega-6 yağ asidi
NBT	: Nitro blue tetrazolium
PUFA	: Çoklu doymamış yağ asitleri
SFA	: Doymuş yağ asitleri
SOD	: Süper Oksit Dismutaz
TEPGE	: Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
g	: Gram
YDO	: Günlük Yem Alımı
SBO	: Spesifik Büyüme Oranı

## GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artmasıyla bilhassahayvansal protein ihtiyacı artmıştır. Gelecekte dünya nüfusunun aşırı artışından dolayı yeterli ve dengeli beslenme için dünya gıda üretiminin mevcudun birkaç katına çıkartılması gerekeceği ifade edilmektedir. Temel besin ihtiyaçlarından biri olan proteinlerin küçükbaş, büyükbaş, kümes hayvanları ve su ürünlerinden elde edilmektedir. Su ürünleri de hızlı büyüyen ve gelişen, bilhassa sağlıklı olması açısından karasal hayvanlara göre tercih edilen gıda üretim sektörlerinden biridir (Ceppa vd., 2018). Günümüzde su ürünleri yetiştiriciliği büyük önem kazanmıştır. Dünya denizlerinde ve iç sularda balık stoklarının birçok olumsuz koşul ve aşırı balık avlanması nedeniyle tükeniyor olması, mevcut su kaynaklarının en iyi şekilde kullanılmasını zorunlu kılmıştır.

FAO'dan son yıllardaki veriler değerlendirildiğinde dünyada en fazla büyüyen gıda üretim sektörlerinden birisinin de su ürünleri yetiştiriciliği olduğu kabul edilmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliği, artan dünya nüfusunun protein ihtiyacının karşılanmasında önemli bir rolü vardır. Dünyanın dörtte üçünün su olmasından dolayı bu potansiyel bir alternatif olmaktadır. Doğal stokların değişik nedenlere bağlı olarak azalması yetiştiriciliğin bilhassa entansif yetiştiriciliğin ön plana çıkmasına neden olmuştur. Ayrıca su ürünlerinin protein ve önemli yağ asitleri içeriğinin diğer hayvansal ürünlere oranla daha yüksek olması, ekonomikliği ve katma değer oluşturması ile ticaret hacminin yüksek olması bu potansiyel kaynağın kullanımını artırmıştır (ISUB., 2014; TÜİK., 2021; TEPGE., 2022).

Dünya su ürünleri avcılık ve üretim verileri son 10 yılda %40'lardan 2021 yılı'nda ortalama % 50'ye yükseldiği görülmektedir. Yapılan araştırmalara göre, ilerleyen yıllarda su ürünlerine olan yatırımın daha da artacağı ve yetiştiricilik yoluyla üretilen su ürünleri miktarının avcılıkla elde edilen su ürünleri miktarını daha da aşacağı tahmin edilmektedir. Su Ürünleri üretimine dair 2016-2021 yılları istatistik raporları Şekil 1'de verilmiştir (FAO., 2021; Tarım Orman Bakanlığı., 2021; TÜİK., 2021)



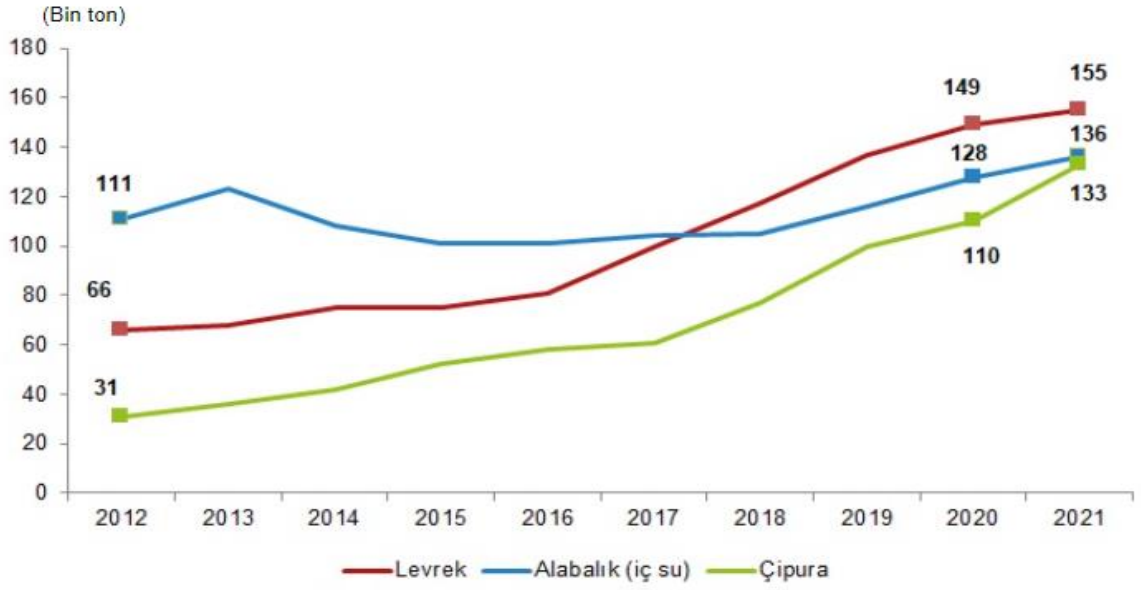
**Şekil 1.** Dünya su ürünleri üretimi

Türkiye balıkçılık sektörü, bitkisel üretim, hayvansal üretim ve ormancılık ile birlikte tarımın dört önemli alt sektöründen biridir. Ülkemiz farklı potansiyel özellikleri ile denizlerde önemli bir konuma sahiptir. Türkiye İstatistik Kurumu 2022 verilerine göre 2021 yılında ülkemiz su ürünleri üretimi bir önceki yıla göre %1,8 artarak 799.851 tona ulaşmıştır. Üretimin % 32,8'ini avcılık yoluyla elde edilen deniz balıkları, % 4,1'ini avcılık yoluyla elde edilen diğer deniz ürünleri, %4,1'ini avcılık yoluyla elde edilen iç su ürünleri ve % 59'unu yetiştiricilik ürünleri oluşturmuştur. Su ürünleri avcılığı 2021 yılında % 9,9 azalmış, avcılık yoluyla yapılan toplam üretim 328 bin 165 ton olurken, yetiştiricilik üretimi 471 bin 686 ton olarak gerçekleşmiştir. Deniz ürünleri avcılığı bir önceki yıla göre % 10,9 azalmış, iç su ürünleri avcılığı ise % 0,1 artmıştır (TÜİK., 2021).

Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği yapılan balıkların yaklaşık %90'ını alabalık, levrek ve çipura oluşturmaktadır. Alabalıkların tatlı su balığı olmasıyla birlikte düşük tuzluluğa da adapte olabilmesinden dolayı Karadeniz'de gökkuşağı alabalığı üretimi başarılı olmuştur. Et kalitesi alıcılar tarafından beğenilmiş, son yıllarda da rağbet görmüş ve Karadeniz Somonu ismini almıştır. Karadeniz'de tuzluluğun düşük olması osmotik dengede çok düşük enerji kullanımına neden olduğundan dolayı Karadeniz'de ağ kafeslerde yetiştiriciliği artmıştır.

2021 yılı verilerine göre, toplam su ürünleri yetiştiriciliği içinde türk somonu olarak da isimlendirilen alabalığın payı, küçük bir kısmı denizlerde olmak üzere % 28 civarındadır (Şekil 2).

## En çok yetiştiriciliği yapılan balıklar, 2012-2021



**Şekil 2.** Ülkemizde 2012-2021 yılları arasında en çok yetiştiriciliği yapılan balıklar

2021 yılı Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü verilerine göre yem fiyatları bir önceki yıla göre değerlendirildiğinde, alabalıkta yüzde 80 üzeri artışla ortalama 26 TL/kg'a çıkmıştır. 2020-2021 yılları arasında yem fiyatlarının %50'den fazla artması kur farklarından kaynaklanmaktadır (TEPGE., 2022).

Su ürünlerine olan talebi karşılamak için entansif yetiştiricilik önemli bir seçenek haline gelmiştir. Entansif yetiştiricilik tamamen dış beslenmeye dayalı bir modeldir. Bu modelde %20'den daha fazla proteine ihtiyaç duyulmakta ve hayvansal protein kaynağı esas olarak balık unundan karşılanmaktadır. Entansif balık yetiştiriciliğinin balık besleme ve yem teknolojisi ilk ve en önemli basamağını oluşturmaktadır (FAO., 2021). Su ürünleri özellikle de alabalık üretiminde entansif balık yetiştiriciliği uygulamaları çok daha fazla önem kazanmış ve teknoloji kullanımı ile birlikte birim alandan verim artışı da bu sayede artmıştır. Yetiştiricilik sistemlerinde istenen hedeflere ulaşabilmek için, daha iyi formüle edilmiş kaliteli ve dengeli yemlerle balıkları beslemek temel prensiptir (Bureau vd., 2001). Bu hedefler doğrultusunda üretilen balıkların canlı ağırlığının artması yanında, protein, yağ içeriği vb gibi kimyasal özellikleri bakımından istenilen düzeyde olmalıdır. Bunun içinde entansif yetiştiricilik ortamınının her safhasında riskleri minimize edilmesi, yüksek kalitede su ürünleri yetiştirilmesi ve yem içeriği ile su ürünlerini hastalıklarından korunması, balık rasyonlarına katılan uygun hammaddelerle sağlanabilmektedir (Goddard vd., 1996; Dauda vd., 2019). Su ürünleri yetiştiriciliğindeki bu önemli riskler arasında canlı kayıplar, hastalıklar ve büyüme performansındaki düşüşler bulunmaktadır. Bu riskler çevresel şartlar, hastalık, abiyotik faktörler, antibiyotik-antimikrobiyal ilaç uygulamaları gibi birçok nedenlerden kaynaklanabilir.

Yapılan son çalışmalarda balık yem/rasyonları oluşturulurken maksimum fayda imkanı sağlayacak organik tabanlı, güçlü bir bağışıklık oluşturan immunostimulant, antiinflamatuvar, antistres vb. gibi etkileri ile büyümeyi de teşvik edecek doğal olarak bulunan bitkilerden elde edilmiş yağlar, ekstraktlar, uçucu yağlar ve diğer doğal aktif maddelerin oluşturduğu gözlemlenmektedir (Han vd., 2007; White., 2013; Mocanu vd., 2015). Bu bağlamda doğada yetişen pek çok bitkinin yağları ve ekstraktları değişik metotlarla elde edilmektedir. Herbir bitkiden elde edilen yağın veya ekstraktın yağ asidi kompozisyonu ve içeriğinde barındırdığı maddelerden dolayı sağlık, gıda ve sanayi alanlarında farklı yönleriyle kullanılmaktadır. İçeriğinde 30 karbona varan yağ asitleriyle çok çeşitli yağ asitlerini ve 190'dan fazla bileşen ihtiva eden HR bitkisi (*Hippophae rhamnoides*) ve meyveleri ise bu bitkilerden biridir (Zielińska ve Nowak., 2017; Criste vd., 2020). Bu çalışmada seçtiğimiz *Hippophae rhamnoides* Anadolu civarında halk arasında yalancı iğde, çışgan, çay dikenini olarak diğer uluslararası kullanımlarda ise deniz iğdesi anlamındaki "Sea-buckthorn" olarak isimlendirilir. HR *Elaeagnaceae* familyasına ait çiçekli, dikenli, meyvesi olan yaprak döken çalı bitkisi türüdür. Kuzeybatı Avrupa'dan, Orta Asya'ya, Batı ve Kuzey Çin'e hatta Kuzey Himalaya'lara kadar geniş bir yayılım gösterir. HR özellikle dere yataklarında ve deniz kenarlarında sıkça rastlanan bir çalı türüdür. Yalancı iğde türleri, iklim ve büyüdüğü topraklara bağlı olarak fitokimyasal bileşimlerinde farklılık gösterirler. Yabani iğdenin meyveleri ve tohumlarında; bitkinin içeriğinde vitaminler, karotenoidler, flavonoidler, steroller, organik asitler, doymuş ve doymamış yağ asitleri, bazı esansiyel aminoasitler, şekerler, mineraller gibi çok sayıda bileşen bulundurmaktadır. İçeriğindeki zengin kimyasal bileşimi sebebiyle yüzyıllardır geleneksel tıpta ve pekçok alanda kullanılmaktadır. Günümüzde ise gıda ve kozmetik endüstrisinde, ekolojik amaçlarla sel suyunun tarlaları yok etmesini engellemek için kullanılmaktadır (Bekker ve Glushenkova., 2001; Khan vd., 2010). Yalancı iğde barındırdığı fitokimyasalların antioksidan, antiinflamatuvar, antikarsinogenik, gastroprotektif ve kardiyoprotektif özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir. Ayrıca Yabani iğdeden elde edilen yağın içeriğinde 200 fazla bileşiğin olduğu ve pek çok etkiye sahip olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle, yabani iğde yağı dünyanın en değerli doğal ürünlerinden biri olarak kabul edilir (Zielińska ve Nowak., 2017). Meyveler özellikle çekirdeğinde % 13,7 doymuş ve % 86,3 doymamış yağ asitlerini içerir. Palmitik asit, oleik asit (omega-9), palmitoleik asit (omega-7), linoleik asit (omega-6), linolenik asit (omega-3) ve fitosteroller içeren yağ asitleri bakımından da zengindir. Yabani iğde'nin tanınmışlığı esansiyel yağ asitleri (omega-3 ve omega-6) ile zenginleştirilmiş tohum yağı ve yüksek seviyelerde omega-7 içermesinden ileri gelir (Yang ve Kallio., 2001). Yabani iğde yağı doğal olarak 1:1 oranında omega-3:omega-6 (sırasıyla linolenik ve linoleik asit) sağlayan nadir yağlardan biridir.  $\beta$ -Sitosterol, fito-sterollerin ana bileşeni olarak tanımlanmıştır (Yang vd., 2001). Yabani

iğde yağlarındaki  $\beta$ -karoten içeriği ise kalite göstergesi olarak işlev görür (Suryakumar ve Gupta., 2011). Aynı zamanda HR'nin meyvelerinde elde edilen yağın doğada bulunan diğer bitkilere nazaran içeriğinde Omega-7 yağ asitleri gibi spesifik yağ asitlerini, pekçok suda ve yağda çözünen vitamini, proteinleri ve diğer antioksidan bileşenleri bileşenleri çok yüksek miktarda ihtiva eder. Ayrıca HR'nin su ürünlerinin doğal ortamı olan dere ve denizlerin kenarlarında bolca yetişmesi yönüyle balık yetiştiriciliğinde önemli olabileceğini düşündürmektedir (Kumar vd., 2022; Ma vd., 2022).

Yabani iğde'den elde edilen yağ içeriğinde barındırdığı flavanoidler, fenoller gibi antioksidan moleküller, vitaminler, mineral maddeler, meyve asitleri ve diğer bileşenleri yüksek miktarda bulundurması su ürünleri yetiştiriciliğinde büyüme ve bağışıklık parametreleri bakımından önemli olabilir. Çünkü balık beslemesinde beklenen verimin alınabilmesi, rasyonel ve karlı bir üretimin gerçekleştirilebilmesi, balıkların gereksinim duydukları protein, karbonhidrat, yağ kadar diğer vitamin ve mineral madde ile besleyici elementlerin diyetle eksiksiz olarak yer alması ile mümkündür. Ancak diyetle yer alacak olan bu unsurların biyolojik değerliliklerinin yanı sıra, yem maliyetini düşürmesi açısından, ucuz ve doğal kaynaklardan sağlanması da bir o kadar önemlidir. Araştırmamızda buradan yola çıkılarak HR'nin alabalık yetiştiriciliğinde kullanılabilecek biyolojik değerliliği yüksek yem katkı maddesi olabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışmada HR meyvelerinden elde edilen yağ ekstraktının, entansif balık yetiştiriciliğinde ülkemizde en çok üretilen balıklardan biri olan gökkuşuğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nın büyüme performansı ve fizyolojik parametreler üzerine etkilerinin (büyüme performansları, spesifik büyüme oranı, canlı ağırlık kazancı, günlük yem alımı, yem değerlendirme oranı, yaşama oranı), fileto ürün kalitesi (renk analizi), fileto, karaciğer ve yemde besin madde kompozisyonu analizi (kuru madde, ham kül ve ham protein ve ham yağ), fileto, karaciğer ve yabani iğde de yağ asitlerinin tayini, mide ve bağırsaklarda sindirim enzimlerinin aktivitesi (amilaz, pepsin, lipaz, tripsin), kanda bağışıklık sistemi analizleri (lizozim, NBT ve MPO aktiviteleri), karaciğer de antioksidan aktivite tayini (SOD, CAT, GSH ve MDA), karaciğer ve bağırsaklarda histopatolojik etkinin tespit edilmesi (HR ile belirlenmesi) amaçlanmıştır.

Çalışma sonucunda balıkların hastalıklara karşı dirençli hale gelebilecek, yüksek protein içeriğine sahip, balık et kalitesinin artmış ve pazar boyuna daha kısa sürede ulaşmış ya da benzer süre içerisinde daha iyi canlı ağırlık kazancı elde edilmesi ve aynı zamanda alabalık üretim maliyetlerinin düşürülmesi hedeflenmiştir.

## KURAMSAL TEMELLER

Dorman ve arkadaşlarının yaptıkları araştırmada sardunya (*Pelargonium zonale*), misk cevizi (*Myristica fragrans*), yabani kekik (*Thymus Serpyllum*), limon nanesi (*Mentha piperita*) ve kekik (*Thymus vulgaris* L.) bitkilerinden elde edilen ekstarakt yağların antioksidan özellikleri araştırılmıştır. Çalışma neticesinde, misk cevizi, kekik ve limon nanesi yağının yumurta sarısı üzerinde, misk cevizi ekstraktlarının civcivlerin karaciğerinde Ayrıca limon nanesi, misk cevizive kekik yağlarının ise tavuk kaslarında antioksidan etki gösterdiği görülmüştür (Dorman vd., 1995).

Zencefil (*Zingiber officinale*) yağı, ısırgan otu (*Urtica dioica*) yağı ve ökse otu (*Viscum album*) yağının %0,1 ve %1 oranında gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine eklenmesi üzerine yapılan bir çalışmada 21 gün süreyle %1 zencefil ile hazırlanan yemle beslenen grupta doğal bağışıklıklarının büyük oranda farklı olduğu bulunmuştur. Ayrıca %0,1 zencefil içeren yemle beslenen grup dışındaki diğer oranlarda yağ ilave edilen balık yemlerinin kan toplam protein seviyesinin önemli ölçüde artmış olduğu bildirilmiştir (Düğenci ve Candan., 2003).

Xie, 2018 sazanlarda (*Cyprinus carpio*) yaptığı bir çalışmada sazanların kan ve büyüme parametreleri üzerine etkisini araştırmak için balık yemlerine %0.5, %1, %2 ve %4 artan yüzdelerinde süs ravendi (Işgın) (*Rheum ribes*) bitkisi özü eklemiştir. 75 günlük deneme sonunda özellikle % 1 ve % 2 süs ravendi eklenmiş olan yem diyetlerinin yem değerlendirme ve sazanlarda spesifik büyüme oranı olumlu yönde etkilediği ve eklenen doz miktarı arttıkça balıkların yaşama oranının yükseldiği belirlenmiştir. %1 ve %2'lik yemle beslenen gruplarının patojen etkilerini geriletmiş ve stres etkilerini azaltmada olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Xie vd., 2008).

Çörek otu tohumu (*Nigella sativa* L.) ile beslenen gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nda çörek otu tohumu yağı bağışıklık parametrelerine ve immuno-hematolojik sistem üzerine etkileri araştırılmıştır. Balıklar %0,5, %1, %2 ve %5 oranında *Nigella sativa* tohumu yağı içeren ticari yemlerle 3 hafta süresince beslenmişlerdir. Yapılan çalışmanın sonucunda yapılan analizlerde, hematokrit, serum protein, Nitro Blue Tetrazolyum (NBT) pozitif hücre aktivasyonu, lökosit seviyesi ve total immunoglobulin seviyelerine bakılmıştır. %1 ve %2 oranında çörek otu tohumu yağı içeren yemlerle beslenen gruplarda kontrol grubu ile kıyaslandığında herhangi bir değişiklik tespit edilmemiştir ( $P>0,05$ ). Fakat %5 yemlerle beslenen grupta hematokrit seviyelerinde artış görülmüştür ( $P<0,05$ ). Toplam globülin ve kan protein miktarları diğer gruplarda kontrol grubuna kıyasla artmıştır. Ayrıca lökosit

seviyelerinde ve NBT pozitif hücre aktivasyonunda diğer iki grup yağ eklenmemiş ticari yem grubuna göre farklılık göstermemiştir ( $P>0,05$ ) (Dorucu vd., 2009).

Tilapya (*Oreochromis niloticus*) üzerine yapılan bir çalışmada farklı oranlarda sarımsak (*Allium sativum*) tozu ilavesi ile beslenen tilapya balıklarının kanında ve karaciğerdeki antioksidan aktivitelerden glutatyon peroksidaz, katalaz ve süperoksit dismutaz gibi parametreleri kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir yükseliş olduğu belirlenmiştir ( $P<0,01$ ). Çalışma sonucu verilerine bakıldığında balık yemlerine sarımsak takviyesinin Tilapya balıklarında antioksidan enzim aktivitesine önemli oranda katkı sağladığı sonucuna varılmıştır (Metwally., 2009).

Nya, 2009 gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine 100 g ticari yeme 0, 0,05, 0,1, 0,5 ve 1 g seviyelerinde zencefil (*Zingiber officinale*) kökü tozu ilave etmişlerdir. İki hafta boyunca zencefil katkılı yemlerle beslenen balıklar *Aeromonas hydrophila* bakterisine karşı immunostimulant olarak denenmişlerdir. Zencefil eklenmiş yemle beslenen balıkların yem değerlendirme oranı, büyüme performansı, protein etkinlikleri ve yaşama oranlarının katkısız ticari yemle beslenen gruba kıyasla yüksek olduğu görülmüştür (Nya ve Austin., 2009).

Levreklerde (*Dicentrarchus labrax*) yapılan bir çalışmada biberiye bitkisinden (*Salvia rosmarinus*) elde edilen esansiyel yağların büyüme parametrelerine etkisi 17 gün sürdürülen araştırmayla incelenmiştir. Çalışma sonunda 200 ppm seviyesinde biberiye bitkisi yağının büyüme parametrelerine olumlu yönde etkisi tespit edilmiştir (Di Turi vd., 2009).

Deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) üzerine yapılan bir denemede levreklerin beslenmesinde balık yağı yerine ikame olarak kullanılan bitkisel yağların büyüme parametrelerine ve yağ asidi kompozisyonuna etkileri çalışılmıştır. Denemede 3 tekerrürlü gruplar ( $45\pm 0,05$  g) olmak üzere 240 balık kullanılmıştır. Diyetteki yağ miktarının oranına göre oluşturulan gruplar; %50 balık yağı ve % 50 susam yağı ile beslenen grup (BY/SY), %50 balık yağı ve %50 soya yağı ile beslenen grup (BY/SFY), %50 balık yağı ve %50 kanola yağı ile beslenen grup (BY/KY), %100 balık yağı ile beslenen kontrol grubu (BY), olarak ayarlanmıştır. Deneme 3 ay sürmüştür. Yem ve protein kullanımına, spesifik büyüme oranına diyetin herhangi bir etkisi görülmemiştir. Fakat son ağırlıklarına oranlarına bakıldığında BY ve BY/SY ile beslenen grubun, BY/KY ve BY/SFY grubundan daha yüksek ağırlığa ulaştığı ölçülmüştür ( $P<0,05$ ). Ek olarak tüm vücut besin içeriklerinde ham kül, yağ ve kuru madde değerlerinde belirgin değişiklik görülmemiştir ( $P>0,05$ ) (Özşahinoğlu., 2010).

Sarımsağın (*Allium sativum*) gökkuşığı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nın bağışıklık parametreleri üzerine etkileri araştırılan bir çalışmada *Aeromonas hydrophyla* bakterisine maruz bırakılan balıklarda kontrol testleri yapılmıştır. %0,5 ve %1 gr /kg sarımsak

tozu içeren yemler hazırlanıp bu diyetle 14 gün boyunca beslenmişlerdir. Çalışma sarımsak ile beslenen grupların sonunda *A. hydrophyla* bakterisi bulaştırılan balıklardan yaşama oranlarının çok daha yüksek olduğu görülmüştür (Nya ve Austin., 2011).

Gökkuşacağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) ile yapılan başka bir çalışmada alabalık ticari yemlerine % 0,02, % 0,1 ve % 0,5 mg/kg oranlarında yeşil çay (*Camellia Sinensis*) tozu ilave ederek balıkları 1 ay boyunca beslemiştir. Araştırma sonucunda bütün deneme gruplarının peroksidaz seviyelerinin düştüğü ek olarak 100 mg/kg kafeinsiz yeşil çay içeren yemlerle beslenen grubun lizozim aktivitelerinde artış olduğu belirtilmiştir. (Sheikhzadeh vd., 2011).

Ahmad, 2011 yaptığı çalışmada %5, %10, %15 ve %20 g / kg kimyon tohumunu (*Carum carvi*) un haline getirerek yaptıkları çalışmada Nil tilapyanın büyüme performansı ve yem değerlendirme ve üzerine etkileri belirlenmiştir. 90 günlük besleme çalışması boyunca Nil tilapyanın vücut kompozisyonuna bakılmıştır. Çalışma sonunda kontrol grubuna göre 10g CSM / kg eklenmiş yemlerle beslenen grupta en iyi parametrelere ulaşımlardır. Ayrıca, kimyon tohumu ununun balık etinde nem ve protein içeriğine herhangi bir olumlu etkisinin bulunmadığı, fakat artan CSM seviyelerinin ham kül içeriğini büyük oranda azalttığı ve toplam lipidi önemli ölçüde arttırdığı belirtilmiştir (P <0,05) (Ahmad ve Abdel-Tawwab., 2011).

Gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine %1 ve %2 oranlarında kurutulup toz haline getirilerek eklenen mango (*Mangifera indica*), acı bakla (*Lupinus perennis*), ve ısırgan otu (*Urtica dioica*) deneme gruplarında pepsin aktivitelerinin kontrol grubuna kıyasla önemli bir artış gösterdiği belirtilmiştir. Öte yandan diğer gruplar kontrol grubuyla kıyaslandığında amilaz ve lipaz aktivitelerinde herhangi bir değişiklik olmadığı görülmüştür (Awad vd., 2012).

Bir çalışmada deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) çemen otu (*Trigonella foenum-graecum* L.) yağı, kekik (*Thymus vulgaris*) yağı ve biberiye (*Salvia rosmarinus*) yağı ile beslenmiştir. Araştırmada bitkisel katkı maddelerinin deniz levreğinin büyüme performansı, kan parametreleri ve balık vücuduna etkilerini incelemiştir. Kekik ilaveli yemle beslenen grupta protein ve enerji birikimi, protein etkinlik oranı ve fileto protein miktarı diğer gruplara nazaran yüksek bulunmuştur (Yılmaz vd., 2012).

Gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda yapılan bir tez çalışmasında büyüme performansı, spesifik olmayan bağışıklık sistemi ve hastalıklara karşı direnç üzerinde yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*), adaçayı (*Salvia officinalis*), ekinezya (*Echinacea*) ve meyan kökünün (*Salvia officinalis*) etkisi araştırılmıştır. Ortalama ağırlığı 20 gr olan gökkuşacağı alabalıklarının yemlerine %0,1 ve %1 seviyesinde bitki toz haline getirilerek ilave edilmiş ve

bu yemle 45 gün beslenmiştir. Bitki ilavesi yapılmış gruplar ile kontrol grubu karşılaştırıldığında hematolojik ve büyüme parametrelerinde büyük ölçüde artış olduğu görülmüştür ( $P<0,05$ ). Büyümeye takviye olarak %0,1 ve %1 meyan kökü ve %0,1 ve %1 adaçayı; hematolojik parametrelerde ise incelenen bitkilerin etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırmada kullanılan tıbbi bitkilerin gökkuşağı alabalığında immunostimulant olarak büyüme performansını arttırmak amacıyla kullanılabileceği tespit edilmiştir (Terzioğlu., 2012).

Gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) üzerinde yapılan diğer bir araştırmada alabalıklar vitamin A ve vitamin E içeren yemlerle 3 ay boyunca beslenmişlerdir. Serum antioksidan aktivitesinde meydana gelen değişikliklere bakılmıştır. Çalışmada özellikle vitamin A ve vitamin E içeren yemlerle beslenen alabalık yavru gruplarında özellikle strese maruz bırakılmış grupta, meyoloperoksidaz seviyelerinde artış görülmüştür. Süperoksit dismutaz seviyelerinde 30 ve 0 mg/kg oranında E vitamini içeren gruplarda artış belirlenmiştir (Keleştemur ve Özdemir., 2013).

Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda bağışıklık parametreleri üzerine yapılan bir çalışmada, ticari rasyonlara %0,1, %0,5 ve %1 ısırgan otu (*Urtica dioica*) ve %1, %2 ve %3 çörek otu tohumu (*Nigella sativa* L.) yağı eklenmiştir. Araştırmada balıkların miyoloperoksidaz, lizozim, antiproteaz bakteri yanıtları gözlemlenmiştir. Sonuç olarak deneme gruplarının tüm aktivitelerinde kontrol grubuna kıyasla önemli bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca lizozim aktivitesinde % 3 oranında kullanılan siyah kimyon tohumu grubunun diğer gruplara kıyasla önemli bir fark gösterdiği tespit edilmiştir (Awad vd., 2013).

Yapılan bir tez çalışmasında, gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ticari yemine eklenen çörek otu (*Nigella sativa*) ekstresinin alabalığın büyüme performansı üzerine etkisine ve  $2\pm 1$  °C'de buzda 23 gün boyunca depolanma şartlarında kimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik etkileri araştırılmıştır. Çalışmada balık yemine %0, %0,10, %0,40, %0,70, %1 ve %1,3 g oranda Çörek otu yağı eklenmiş olup 144 gün besleme yapılmıştır. Besleme sonunda en düşük yem değerlendirme oranının ve en fazla büyüme %1 oranında çörek otu yağı eklenen grupta olduğu belirlenmiştir. Balık diyetine çörek otu yağı ilavesi protein oranını, spesifik büyüme ve yem tüketimi oranını arttırmıştır. Çörekotu yağı alabalığın ham kül, ham protein ve yağ oranını arttırmıştır. Çalışma neticesinde balık yemine %1 oranında çörekotu yağı eklemenin balıkların büyümesine olumlu etki ettiği ve depolama aşamasında düşük bakteriyel aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Öz., 2013).

Isırgan otu (*Urtica dioica*) ile yapılan bir çalışmada % 0, % 3, % 6 ve % 12 oranlarında yeme eklenen ısırgan otunun metanolik özütünün Avrupa mersin balığında (*Huso huso*) bağışıklık sisteminde ve kan değerlerinde oluşan değişimleri incelemiştir. 2 ay süren

çalışmanın neticesinde % 3 oranı ilave edilen grupta diğerlerine kıyasla kırmızı kan hücrelerinin (RBC) ve lizozim aktivitelerinin arttığı bildirilmiştir. % 6 ve % 12 'lik gruplarda ise kontrol grubuna göre çok daha iyi kan parametreleri ölçülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında Avrupa Mersin balıklarının diyetlerinde ısırgan otu kullanımının bağışık sisteminde iyileştirici etki gösterdiği kanıtlanmıştır (Binaii vd., 2014).

Yapılan başka bir çalışmada ise; tatlı su istakozu (*Astacus leptodactylus*) juvenilleri ve yumurtaları kekik yağı (*Thymus vulgaris*) ile beslenmiştir. İki aşamalı bu çalışmanın ilk aşamasında istakoz yumurtaları 40 gün inkübe edilmiş, ikinci aşamada ise yavrular bir aylık süre ile kekiğin yağı etkilerini ortaya çıkarmak amacıyla beslenmişlerdir. Deneysel grupları kekik yağı (300 ppm 15dk, 700 ppm 2dk, 1000 ppm daldırma ile 15 sn) ve formalin (3500 ppm 15dk) ile oluşturulmuştur. Öncelikle en çok yumurtaların açılma oranı ile %86'lık ve sonraki aşamada yavrularda en yüksek yaşama oranını %80 1000 ppm'lik daldırma yöntemi uygulanan kekik yağı grubunda görülmüştür. Kontrol grubu ise 1000 ppm kekik yağı ve 3500 ppm formalin grupları ile karşılaştırıldığında, en düşük yumurta açılma oranı olan %49'luk ve ikinci aşama frylarda en düşük yaşama oranı %42'ye sahip olduğu görülmüştür. 300 ve 700 ppm kekik yağı içeren gruplarda ise yumurta açılımı olmamış bununla birlikte toksik etki görülmüştür. İkinci aşamada ise yaşama oranı ve büyüme performansı bakımından bütün gruplarda benzerlikler görülmüştür. Bu doğrultu da formaline yerine 1000 ppm kekik yağı daha iyi bir kuluçka süreci ve yumurta açılım oranı için kullanılabileceği bulunmuştur (Koca ve Cevikbas., 2015).

Başka bir tez çalışmasında doğal bir tıbbi bitki olan yavşan otu (*Artemisia vulgaris* L.)'nun gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nda büyüme performanslarına etkisi, iç organlardaki histopatolojik etki ve antioksidan aktivitenin tespiti amaçlanmıştır. Yavşan otu ortalama ağırlığı 20 g olan balıklar için yeme toz haline getirilerek %0, %0,1, %0,5, %1, %2 oranlarında ve etanol ekstraktı 250, 1000 mg/kg oranlarında eklenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde ticari yemle beslenen gruplara göre balık yemlerine yapılan yavşan otu toz olarak ilave edilen gruplar ve etonal ekstartklı gruplarda ağırlık artışı, final ağırlık, SBO, YDO artmıştır (P<0,05). En iyi yem dönüştürme oranı %0,1 ve %1 gruplarında olmuştur. Araştırma sonuçlarında yavşan otunun balıklarda büyüme parametrelerini ve antioksidan aktiviteyi arttırdığı sonucuna varılmıştır (Atabay., 2015).

Gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) üzerine yapılan bir diğer çalışmada nane (*Mentha piperita*), kekik (*Thymus Vulgaris*) ve adaçayı (*Salvia officinalis*) bitki yağları %0,5, %1 ve %1,5 mg/kg oranlarında eklenen yemlerle alabalık yavrularını 2 ay süresince beslediği çalışmada oksidatif sistemde oluşan değişimler otuzuncu ve altmışıncı günlerde ölçülmüştür.

Çalışma sonucunda G6PDH, GPx ve SOD aktivitelerinin deneme gruplarında kontrol grubuna kıyasla artış gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca GST, GR, CAT gibi enzimlerin aktiviteleri çalışma kontrol grubuna göre azaldığı bulunmuştur. Yağ peroksidasyonunda ise düşüş görülmüştür. %0,5 mg/kg oranlarında kullanılan kekik ve adaçayı ekstrelerinin büyüme açısından ve antioksidan parametreleri açısından verimli olduğu belirlenmiştir. Balıkların büyüme performansları kekik yağı ve adaçayı içeren yemlerle beslenen gruplarda yüksekken nane ekstresi ile beslenen gruplarda ise düşüş görülmüştür (Sönmez vd., 2015).

Yapılan birgökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) çalışmasında, %0,1 ve %0,5 gr/kg olacak şekilde ısırğan otu (*Urtica dioica*) ve kavak mantarı (*Pleurotus ostreatus*) tozu yeme eklenmiştir. Deneme grupları *Aeromonas hydrophila* bakterisine maruz bırakılmış ve yemlerin bakteriye karşı bağışıklığı destekleyici özellikleri araştırmışlardır. NBT (Nitroblue tetrazolium), Lizozim ve fagositik aktivite değerlerinin tüm deneme gruplarında kontrol rasyonla beslenen grubuna oranla yükseldiğini belirlemişlerdir ( $P<0.05$ ) (Bilen vd., 2015).

Tilapia balıkları (*Oreochromis niloticus*), 75 gün boyunca %0, %0,5, %1 ve %1,5 seviyelerinde *Spirulina platensis* algisi eklenmiş yemlerle beslenilmiştir. Sonuçta tilapia balıklarının büyüme performanslarına ve antioksidan aktivitelerine bakılmıştır. Deneme sonucuna göre, %1 *Spirulina platensis* bakterisi ile beslenen gruplarda ağırlık kazanımları önemli seviyede artmıştır. Ayrıca bakteri eklenmiş gruplarda, malondialdehit seviyelerinde azalma olurken, GR artış olduğu belirtilmiştir. Ek olarak bakteri ile beslenen grupların katalaz aktivitelerinde de artış görülmüştür (Amer., 2016).

Koi balıkları (*Cyprinus carpio carpio*) üzerinde yapılan çalışmada % 5 oranında havuç (*Daucus carota*) yaprağı ve kökü, şalgam (*Brassica napobrassica*) ve üzüm yaprağı (*Vitis vinifera* L.) ile 4 ay beslenen koi balıklarının büyüme performansında artış olduğu belirtilmiştir. Balıklarının büyüme parametrelerinde en yüksek oranın % 5 şalgam grubunda olduğunu ve en düşük değerlerin % 5 (şalgam + havuç + üzüm) grubunda görülmüştür. Araştırma sonucunda şalgamın bitkisinin Koi balıklarının büyüme performansını artırmak için önemli bir tıbbi bitki olabileceğini belirtmişlerdir (Azab vd., 2016).

Diğer bir çalışmada gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) diyet yemlerine ilave edilen üzüm çekirdeği (*Vitis vinifera*) ekstraktının büyüme performansı, kan hematoloji, biyokimyası, besin kompozisyonu ve bağışıklık parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. % 0, %0,5, %1, %2 g/kg üzüm çekirdeği içeren deneme yemleriyle 3 ay beslenen alabalıklarda en iyi yem değerlendirme %1 grubunda elde edilmiş olup, en yüksek büyüme performansı %1 gruplarında kaydedilmiştir ( $P<0,05$ ). Bulunan sonuçlara göre %1 g/kg üzüm çekirdeği içeren yemlerin balıklarda bağışıklık, hematolojik, biyokimyasal parametreleri olumlu etkilediği,

Fakat 2 g/kg oranı üzerine çıktığında ise, balıklar üzerinde olumsuz etkileri görülmüştür. Bu araştırmaya göre gökkuşağı alabalığı yemlerinde % 0,1 üzüm çekirdeği ekstratı kullanılmasının alabalıklarda yaşam kalitesini yükseltebileceği, büyüme parametrelerini artırabileceği ve strese karşı direncinin artabileceği anlaşılmıştır (Kesbiç., 2016).

Çipura (*Sparus aurata*)’da yapılan bir çalışmada kekik (*Thymus vulgaris*) yağının balıklarda sindirim sistemiyle alakalı lenfoid sistem üzerine etkileri araştırılmıştır. Kontrol grubu, 1 mg/kg, 2 mg/kg, 3mg/kg ve 4 mg/kg olmak üzere yemlere kekik eklenmiştir. Araştırma sonunda lenfoid kütlesinin etkilendiği görülmüş ve 1 mg/kg grubunda olumlu artış gözlenirken, 3 mg/kg ve 4 mg/kg kekik yağı grubunda ise olumsuz düşüşler belirlenmiştir (Hernández vd., 2016).

Gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) yapılan bir araştırmada % 10, %20 ve %30 oranında kuşburnu (*Rosa canina* L.) yağı içeren yemlerle alabalıklar beslenmiş olup, araştırma sonunda balıkların karaciğer antioksidan enzim seviyelerinde oluşan değişimleri gözlemlemiştirler. Araştırma sonunda % 20 ve % 30 kuşburnu ile beslenen deneme gruplarının katalaz ve süperoksit dismutaz değerlerinde artış görülürken malondialdehit miktarında herhangi bir değişiklik görülmemiştir (Şahan vd., 2017).

Çipura (*Sparus aurata*) balıkları ile yapılan bir çalışmada balık yemlerine ezilerek toz haline getirilen çemen otu (*Trigonella foenum-graecum* L.)’ nun yalnız ve probiyotiklerle birlikte kullanımının bağışıklık sistemine, büyüme performansına ve gen ekspresyonlarına etkileri araştırılmıştır. Çalışma neticelerine bakıldığında çemen otu eklenmiş rasyonla beslenen Çipura balıklarının büyüme performansının ve bağışıklık parametrelerinin kontrol grubuna oranla iyi olduğu belirtilmiştir (Bahi vd., 2017).

Pelin otu (*Artemisia vulgaris* L.) bitkisi ve ekstraktı ile yapılan bir araştırmada farklı oranlarda pelin otu ile beslenen gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)’ nın böbrek, karaciğer ve dalak dokularından alınan örnekler boyanarak dokularda patolojik değişiklikler araştırılmıştır. Histopatolojik olarak ticari yem grubu ile karşılaştırıldığında, test grubunda konsantrasyon farklılıkları olmadan bazı patolojik değişikliklerin meydana geldiğini ortaya koymuştur. Bu incelemeler renal tübüler dejenerasyonu ve tübüler epitelde nekrozun yanı sıra gevşek hepatosit kümelerini ortaya çıkarmıştır (Diler vd., 2017).

Jüvenil gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) üzerine diyetlerine eklenen sarı kantaron yağının (*Hypericum perforatum*) stres parametreleri, büyüme performansları ve antioksidan aktiviteleri üstüne etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada yemlere 1 ml/kg, 2 ml/kg, 3 ml/kg oranlarında sarı kantaron yağı eklenmiştir ve balıklar 3 ay süre boyunca beslenmiştir. Çalışma sonucu parametreleri, ortalama ağırlık artışı  $88 \pm 1$  gr, spesifik büyüme oranı  $1,85 \pm$

0,02, yem dönüşüm oranı  $1,02 \pm 0,05$ , hayatta kalma oranı %97, yem verimliliği  $98 \pm 2$ , toplam antioksidan içeriği 1,96 ila 2,07 ( $\mu\text{mol Trolox eşdeğeri/L}$ ) toplam oksidan durumu 1,10 -1,70 ( $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  eşdeğeri/L), glikoz seviyesi 73,00-76,66, oksidatif stres indeksi 56,15-81,44, kortizol seviyesi 0,78-1,13, lizozim bölge çapı toplam oksidatif yük ve oksidatif 0,90-1,08 (cm) yem grubunun stres parametreleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Çalışma sonunda stres ve büyüme parametrelerinde anlamlı fark olmamasına rağmen ( $P > 0,05$ ), oksidatif ve oksidatif stres düzeylerinde olumlu etkileri görülmüştür (Çilingir., 2017).

Yapılan bir araştırmada kiraz (*Cerasus avium*) sapı bitkisinin gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) üzerindeki antioksidan etkiler belirlenmiştir. Bitkilerin dört farklı dozda (0, % 0,1, %0,5 ve % 1) sulu methanolik özütü yemlere ilave edilmiştir. Balıklar bu yemlerle 2 ay boyunca beslenmişlerdir. Çalışma sonunda antioksidan aktiviteyi belirlemek için CAT, GPX, G6PDH, SOD ve lipid peroksidasyonuna bakılmıştır. Bağışıklık parametreleri için NBT aktivitesi ve hematolojisi belirlenmiştir. Ayrıca büyüme parametrelerine de bakılmıştır. Denemede süperoksit dismutaz aktivitesi tüm deneme gruplarında ve örnekleme zamanlarında kontrol grubuna kıyasla artmıştır. Katalaz seviyesinde deneme grupları ile kontrol grubu arasında değişiklik göstermemiştir ( $P > 0,05$ ). Deneme sonunda tüm grupların glutatyon peroksidaz seviyelerinde kontrol grubuna kıyasla bir artış meydana gelmiştir. Glukoz-6-fosfat dehidrogenaz önemli oranda etkilenmiştir. Yağ analizlerinde tüm gruplarda kontrol grubuna kıyasla herhangi bir değişiklik görülmemiştir. Ayrıca büyüme performansında da önemli bir farklılık oluşmamıştır. Deneme sonuçlarına göre kiraz sapının 40 gün boyunca uygulanmasının balıklarda antioksidan olarak etki ettiği düşünülebilir (Amoush., 2014).

Diğer bir araştırmada farklı miktarlarda balık unu içeren ticari yemlere ilave edilen kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.) ununun gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nın büyümesine, sindirim ve bağışıklık sistemi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Denemede oluşturulan gruplar (Yüksek Balık Unu-YBU; Düşük Balık Unu-DBU; % 8 kırmızı pancar unu-DBU-P ve % 8 kırmızı pancar unu-YBU-P; Düşük Balık Unu) farklı oranlarla ayarlanmıştır. Balıklar bu yemlerle 45 gün beslenmeye tabii tutulmuşlardır. Çıkan sonuçlara göre YBU yemi diyeti uygulanan balıkların son ortalama ağırlıkları ve spesifik büyüme oranı bütün gruplara kıyasla daha yüksek olarak ölçülmüştür ( $P < 0,05$ ). DBU yemi ve YBU-P yemleri ile beslenen balıkların son ağırlık ortalamaları ve spesifik büyüme oranı değerleri benzer olup ( $P > 0,05$ ), bu gruplar DBU-P içeren gruba göre çok daha fazla büyüdükleri gözlemlenmiştir. Sonuçlarda araştırma en iyi grubun YBU olduğunu ve yeme pancar unu eklentisinin büyüme performansında belirgin bir öneminin olmadığı görülmüştür (Arslan., 2018).

Arslan, 2018 gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üzerine yaptığı çalışmasında alabalık diyetlerine % 0,25, %0,5 ve % 1 mg/kg oranlarında üzüm çekirdeği (*Vitis vinifera*) yağı eklenmiştir. Denemede balıklar 2 ay süreyle beslenmiş olup beslemenin balıklar üzerindeki kan parametreleri, yağ asidi kompozisyonu, büyüme performansı, antioksidan enzim aktiviteleri ayrıca karaciğer üzerine histolojik olan etkilerine bakılmıştır. Deneme sonucunda alabalıkların son ağırlıklarının ortalamaları ile kontrol grubu ve 500mg/kg grubu arasında istatistiksel bir anlamlılık bulunmamışken ( $P>0,05$ ), %0,25 grubunda kontrol grubuna göre daha düşük seviyede, % 1 mg/kg deneme grubundaki alabalıklarda ise kontrol grubundaki alabalıklara göre yükseklik olduğu bulunmuşlardır. Tekli doymamış yağ asitleri ve omega-3 miktarları gruplar arasında anlamlı farklılık görülmemiştir. Çalışma gruplarının arasında filetoda yağ asitlerinden en çok oleik asit, palmitik asit ve DHA olduğu bulunmuştur. Filetodaki EPA oranları ise çalışma gruplarındaki kontrol grubuna kıyasla anlamlı seviyede artmış olup DHA oranında ise kontrol grubunda diğer deneme gruplarına göre yükseklikler grupların arasında farklılık olmadığını göstermişlerdir. Sonuç olarak yemlere 1000 mg/kg üzüm çekirdeği yağı ilavesinin alabalık frylarının yaşama oranları, büyüme performansı, yağ asit içeriği ve antioksidan içerik bakımından açısından anlamlı sonuçlar alındığı ve doğal yem katkısı maddesi olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Arslan vd., 2018).

Gökkuşığı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nda yapılan başka bir çalışmada sarısabır (*Aloe vera*) ve adaçayı (*Salvia officinalis*) ekstraktı ile beslemenin bağışıklık seviyelerine etkileri araştırılmıştır. Sonuçlara bakıldığında *Aloe vera* kullanımının kontrol grubuna göre anlamlı oranda komplement aktivitesi, total alyuvar, lenfosit, nötrofil, lizozim aktivitesi ve immunglobulinde artmaya neden olduğu yönünde veriler elde etmişlerdir ( $P<0,05$ ). Bunun yanında söz konusu çalışmada %1,5 oranında adaçayı kullanımının immunglobulin dışında diğer parametrelerde anlamlı bir etkiye neden olmadığını ( $P<0,05$ ) ve netice olarak aloe vera yağının gökkuşığı alabalıklarında bağışıklık direnci geliştirdiğini belirtmişlerdir (Tafi vd., 2018).

Elbeshti, 2018 çalışmasında gökkuşığı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nın yemlerine değişik dozlarda damarlıca bitkisi (*Plantago lanceolata*) özü eklenmiş olup beslenen balıkların bağışıklık sistemi, büyüme performansı, kan parametreleri ve antioksidan enzim aktivitesinde oluşan değişiklikler belirlenmiştir. Yemlere %1, %2 ve %3 oranında damarlıca bitkisi özütü katılmıştır. Çalışma 90 gün sürmüştür. Çalışmada balıkların; kan değerleri, oksidatif radikal salınımı, lizozim aktivitesi, myeloperoksidaz aktivitesi, süperoksit dismutaz aktivitesi, katalaz aktivitesi, glutasyon peroksidaz aktivitesi, glukoz-6-fosfat dehidrogenaz aktivitesi, lipit peroksidasyonu, spesifik büyüme oranı, ağırlık artışı ve yem değerlendirme

oranı değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda hematolojik değerlere bakıldığında kontrol grubu ile deneme grupları arasında önemli bir fark görülmemiştir ( $P>0.05$ ). Bağışıklık parametrelerindeki değişimler değerlendirildiğinde lizozim aktivitelerinde kontrol grubuna kıyasla bir azalma meydana gelmiş fakat oksidatif radikal salınımı ve myeloperoksidaz aktivitesinde artış görülmüştür. Antioksidan enzim aktiviteleri incelendiğinde ise damarlıcanın CAT ve SOD değerlerine bir etkisi olmadığı ancak %3 oranında beslenen grupta GPx ve G6PDH değerlerindeki artışın anlamlı olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonundaki verilere göre alabalık yemine damarlıca bitkisi özütü ilavesinin antioksidan özelliği arttırıcı nitelikte olduğu ve bağışıklık arttırıcı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Elbesht., 2018).

Bir tez çalışmasında, hatmi ieği (*Althaea officinalis*) ve kantaron (*Hypericum perforatum*) bitkilerinin metanolik özütlerinin gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nda büyüme performansı, sindirim enzimleri ve bazı bağışıklık parametreleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Deneme yemleri; kontrol grubu ve üç farklı oranda kantaronun binde 1-5 ve % 1 (K0,1, K0,5 ve K1) oranlarında ve hatmi çiçeğinin binde 1-5 ve % 1 (H0,1, H0,5 ve H1) oranlarında sulu metanolik özütleri ticari yeme spreyleme metoduyla emdirilmiştir. Araştırmada 75 gün süresince balıklar beslenmişlerdir. Sindirim enzimleri ve antioksidan enzim analizleri yapılmıştır. Balıkların son ağırlıkları, ağırlık kazanımları, yemden yararlanma oranları ve spesifik büyüme oranları deneme balıklarında kontrol grubu balıklarından daha yüksek tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ). Sindirim ile ilişkili enzimlerin aktiviteleri incelendiğinde lipaz enziminin aktivitesinde grupların hepsinde anlamlı istatistik fark görülmezken ( $P>0,05$ ), K0,5 grubunda amilaz enzimi aktivitesinin diğer gruplara kıyasla arttığı görülmüştür ( $P<0,05$ ). Lizozim, NBT ve miyeleperoksidaz aktiviteleri sonuçlarına göre deneme sonunda H 0,1, H0,5 ve H1 gruplarının değerleri kontrol ve kantaron gruplarından daha yüksek bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Deneme sonunda kontrol, H0,1, H0,5 ve H1 gruplarının pepsin aktivitelerinin azaldığı görülmüştür. SOD enzimi aktivitesi K0,5 ve H0,5 gruplarında zamana bağlı olarak önemli bir artış göstermiştir ( $P<0,05$ ). CAT enzimi aktivitesi kontrol ve H0,5 gruplarında zamana bağlı olarak azalış gösterirken diğer deneme gruplarında artış olduğu görülmüştür ( $P<0,05$ ). Sonuç olarak, çalışmada kullanılan bitki sulu özütlerinin balık ticari yemlerine ilavesinin balıkların büyüme performansı, antioksidan enzimleri, sindirim enzimleri ve bağışıklık parametreleri üzerinde pozitif koruyucu etkileri vardır (zdemir., 2018).

Yapılan başka bir çalışmada doğal yem katkı maddesi olarak Ak sirken (*Chenopodium album*) ununu % 0, % 2,5, % 5 oranlarında yemlere ekleyerek bu yemlerle 90 gün beslenen yavru alabalıkların (*Oncorhynchus mykiss*) büyüme, sindirim enzimlerine, antioksidan, bağışıklık ve hematolojik parametreleri ve vücut kompozisyonu araştırılmıştır. Çalışma

sonunda nihai canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, yemden yararlanma oranı, sindirim enzimleri pepsin, tripsin, amilaz, lipaz gibi ortalama büyüme parametreleri ve alyuvar sayısı, hemoglobin içeriği gibi hematolojik parametreler, hematokrit düzeyi ve alyuvar indeksi, hücre hacmi, ortalama hücresel hemoglobin ve ortalama hücresel hemoglobin konsantrasyonlarına bakılmış. Çalışmanın sonuçlarına göre %5 Ak sirken ile beslenen grupta son canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, özgül büyüme hızı ve hayatta kalma oranı kontrol grubuna göre azalmış ( $P < 0,05$ ) ve diyet değerleri değerlendirme oranı yükselmiştir. Pepsin, tripsin ve amilaz düzeyleri kontrol grubuna göre anlamlı olarak artmış ancak bunların aksine lipaz düzeyleri tüm deney gruplarında farklılık göstermemiştir. 6-fosfat dehidrojenaz ve süperoksit dismutaz aktiviteleri tüm deney gruplarında 30. ve 60. güne göre önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. ( $P < 0,05$ ). Katalaz ve malondialdehit seviyeleri 30, 60 ve 90. günlerde benzer şekilde azalmıştır. Deney gruplarının hiçbirinde NBT düzeyleri değişmemiş, ancak %5 Ak sirkenli yem verilen grupta kemik iliği peroksidasyon düzeyleri azalmıştır. Sonuç olarak, diyete Ak sirken eklenmesi sindirim enzimleri üzerinde olumlu bir etki göstermezken, büyüme performansı, antioksidanlar, bağışıklık ve hematolojik parametreleri etkilenmiştir. (Daw Amhamed vd., 2018).

Yavru gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nin yemlerine İzmir kekiği (*Origanum onites*) ekstraktı farklı dozlarda eklenerek balıkların büyüme parametreleri, bağırsak mikrobiyotası, bağırsak ve deri histopatolojisi üzerine etkilerine çalışılmıştır. Denemede yemlere kekik ekstraktının 2 farklı konsantrasyonu (0,25 ve 0,50 mg/kg) eklenmiştir. Balıklar 72 gün beslenmiştir. Deneme başlangıç ve son ağırlıklar kıyaslandığında gruplar arası fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Yem değerlendirme oranı ve yaşama oranı değerlerinde ise gruplar arasında istatistiksel bir fark olmamıştır ( $P > 0,05$ ). Deney gruplarında, gökkuşağı alabalığı derisinden alınan örneklerde histolojik inceleme yapılmış ve bu inceleme sonucunda 0,50 mg/kg ve 0,25 mg/kg kekik ekstraktı ile beslenen gruplarda goblet hücre miktarının kontrol grubundan daha fazla olduğu belirlenmiştir ( $P < 0,05$ ). İzmir kekiği ilaveli ticari yem ile beslenen gruplardaki balıkların bağırsaklar incelenmiş ve sonucunda villus eni ve boyu değerleri ölçülmüştür. Bu değerlerde 0,25 mg/kg ve 0,50 mg/kg izmir kekik özü ilaveli yemle beslenen balıklara ait grupların kontrol grubundan çok daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir ( $P < 0,05$ ) (Ergül., 2018).

Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine 2 gr/kg, 4 gr/kg, 6 gr/kg ve 8 gr/kg oranlarında nar kabuğu tozu (*Punica granatum*) eklenmiş ve balıklar 90 gün boyunca bu yemlerle beslenmiştir. Deneme sonunda büyüme parametreleri, vücut indeksleri ve bazı kan parametreleri ölçülmüştür. Büyüme performansı ile ilgili yem değerlendirme ve büyüme

parametrelerinden ve yaşama oranı son ağırlık, spesifik büyüme oranı ve yem değerlendirme oranı açısından en iyi değerler 2 gr/kg yem gruplarında gözlemlenmiştir ( $P<0,05$ ). Diğer gruplarda sırasıyla 8 gr/kg ve 6 gr/kg katkı oranlarında benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ekstrakt ilaveli yemlerle beslenen balıklarda kan parametrelerinden toplam protein, Cr, kolesterol, Blood urea nitrojen ve iyon parametrelerinden Mg konsantrasyonlarında oldukça önemli farklılıklar bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Ayrıca Ca ve Fe konsantrasyonları kontrol grubunda diğer gruplardan farklı bulunmuştur. Deneme sonunda kalsiyum, trigliserid, glikoz değerleri tüm gruplarda benzer sonuçlar göstermiştir ( $P>0,05$ ). Sonuç olarak nar kabuğu tozu eklenmiş yemlerin 2 gr/kg seviyesinin alabalıklarda büyüme, yem değerlendirme performansı ve bazı kan parametrelerini olumlu etkilerde bulunduğu görülmüştür. Narın kabuğundan elde edilen tozun ticari yemlere katkı maddesi olarak kullanılabilceği belirlenmiştir (Tüfekci., 2019).

Bektaş, 2019 gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) çalışmasında alabalık deneme yemlerine çörek otu (*Nigella sativa*) tohumu tozunu (2,5 g/kg) içeren yemlerle 2 aylık besleme sonunda büyüme parametrelerinde önemli bir artışa yol açtığını gözlemlemiştir (Bektaş vd., 2019).

*Fumaria officinalis* (şahtere otu) metanol-su ekstraktı ile beslenen gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nın, hematoloji ve antioksidan aktiviteleri, büyüme performansı, bağışıklık parametreleri üzerine etkilerine çalışılmıştır. Yemlere % 0 (Kontrol), %0,1, %0,2 ve %0,3 oranında bitki özütü içeren dört farklı oranda spreyleme yöntemi ile emdirilmiştir. Balıklar bu yemlerle 2,5 ay boyunca beslenmiştir. Çalışma sonunda şahtere otu metanol-su ekstraktı eklenmesi büyüme performansını arttırmıştır. Ayrıca şahtere otu yaprakları sulu methanolik özütünün uzun süreli kullanımı büyümeyi teşvik edici etki göstermekte olup *F. officinalis* otunun kullanımı alabalıklarda antioksidan etki gösterdiği belirlenmiştir (Fıloğh., 2019).

Yapılan bir diğer çalışmada gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) diyetine hurma çekirdeği yağı eklenmiştir, hurma çekirdeği yağının (*Phoenix. dactylifera* L.) yem dönüşümü, büyüme performansı, fagosit aktivitesi, nitroblue tetrazolium, süperoksit dismutaz, lizozim aktivitesi ve miyeloperoksidaz aktivitesi gibi bağışıklık parametreleri üzerindeki etkisini gökkuşağı alabalığında göstermiştir. Yem dönüşümünü azalttığı, canlı ağırlık artışını ve özgül büyüme oranını arttırdığı saptanmış olup, bu çalışmada büyüme performansı açısından %0,2 g/kg hurma çekirdeği yağı takviyesinin en uygun doz olduğu anlaşılmıştır (Gaballah., 2019).

Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üzerine yapılan çalışmada balık yemlerine %1 ve %2 oranında yumuşatılmış çemen yağı ilave edilmiştir. Çalışma sonucunda gökkuşağı alabalıklarının büyüme hızı, kan parametreleri ve Nitroblue Tetrazolium seviyesi belirlenmiştir.

En yüksek yem oranı kontrol grubunda (0,77) gözlemlenmiştir. Tüm kan parametrelerinde sayısal artış olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı farklar sadece miyeloperoksidz değerlerinde bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Nitroblue tetrazolium seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır ( $P> 0,05$ ). En iyi sağ kalım %96,66 oranı ile %1 ilaveli grupta elde edilirken, en kötü sağ kalım %60 oranı ile %2 ilaveli grupta gözlenmiştir ( $P<0,05$ ) (Altınterim., 2019).

Gökkuşacağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) besleme çalışmasında alabalık yemlerine limon otu (*Melissa officinalis*) sulu methanolik özütü 0, %0,1; %0,5 ve %1 g/kg dozlarında eklenmiştir. Deneme balıkları bu yemlerle 75 gün boyunca beslenmişlerdir. Deneme sonuçlarına göre, kontrol grubuna kıyasla %0,5 ve %1 melisa sulu methanolik özütü eklenmiş gruplarının ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranında önemli bir artış görüldüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmada yem dönüşüm oranı değerlerinde herhangi bir farklılık bulunmamıştır (Bilen vd., 2020).

Gökkuşacağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) rasyonuna ketencik tohumunun eklenerek balıkların büyüme performansı ve kasın besinsel kompozisyonu üzerindeki etkilerini incelenmek üzere bakla, buğday gluteni unu ve kolza tohumu yağı karışımı yavaş yavaş ketencik tohumu ile değiştirilmiştir. %0, %10 ve %20 ketencik tohumu ilavesi balıkların büyüme performansını, ham protein veya yağ içeriğinde etkili olmadığı görülmüştür. Nem içeriği %20 ketencik tohumu ile beslenen grupta en düşük olmuştur. Balıklarda ketencik tohumu kullanımı D-3 vitamini emilimini biraz bozabileceği bulunmuştur. Diyetlerdeki ketencik tohumu kullanımı, balık kasındaki tekli doymamış yağ asitlerinin oranını azaltmıştır ( $P< 0,001$ ) ve çoklu doymamış yağ asitlerini ve n-3 yağ asitlerini, özellikle alfa-linolenik asidi arttırmıştır ( $P<0,001$ ). Analiz sonuçları göz önünde bulundurulduğunda ketencik tohumunun, gökkuşacağı alabalığı yemi için bitki bazlı potansiyel bir bileşen olduğu kanıtlanmıştır (Koskela vd., 2021).

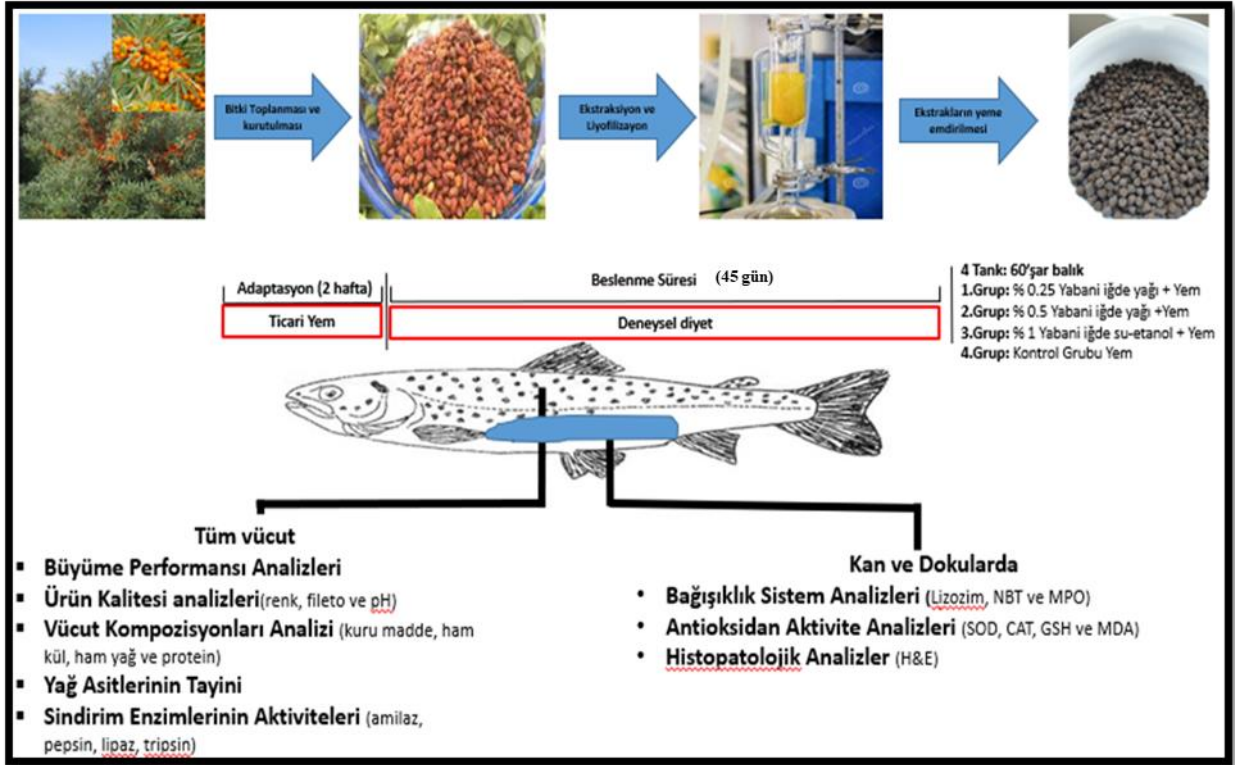
Gökkuşacağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nda yapılan benzer bir çalışmada alabalık yemlerine %0, %1, %1,5 ve %2 sarımsak (*Allium sativum*) ekstraktı ilave edilmiştir. Deneme toplam 90 gün sürmüştür. Sarımsağın gökkuşacağı alabalıklarında vücut kompozisyonu, büyüme performansı ve yağ asidi profiline etkisi araştırılmıştır. Yemleme sonunda spesifik büyüme oranı, ekonomik dönüşüm oranı, yemden yararlanma oranı, ekonomik kar indeksi ve protein verimlilik oranı değerlendirilmiştir. Bu çalışma sonunda balıkların besin kompozisyonu ve yağ asidi profilleri incelenmiştir. Sonuç olarak gökkuşacağı alabalığına verilen diyetle sarımsak ilavesinin protein oranlarını arttırdığı, nem ve yağ oranlarını azalttığı gözlemlenmiştir. Bunun

yanında tekli doymamış yağ asidi seviyelerinde azalmaya, çoklu doymamış yağ asitlerinde (PUFA) artışa neden olduğu belirtilmiştir (Öz ve Dikel., 2022).



## MATERYAL VE METOT

Bu doktora tezi Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) 9020 kodlu Araştırma Projesi ile desteklenmiş ve bu çalışma Atatürk Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu (HADYEK) 01.06.2020 yılı 87 nolu karar onayı alınarak yapılmıştır. Tez sürecinin tamamı Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3. Araştırmada izlenen akış süreci

### Balık Materyali

Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İçsu Balıkları Araştırma ve Uygulama Biriminden temin edilen 240 adet ortalama  $18 \pm 3$  gr ağırlığında gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ile yapılmıştır.

### Yem Materyali

Yem materyali olarak Sürsan Su Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. tarafından üretilen 3 mm büyüklüğündeki AQUAMAX Extrude balık yemi kullanılmıştır (Şekil 4). Kullanılan yemlerin besin madde içerikleri Tablo 1’de verilmiştir.



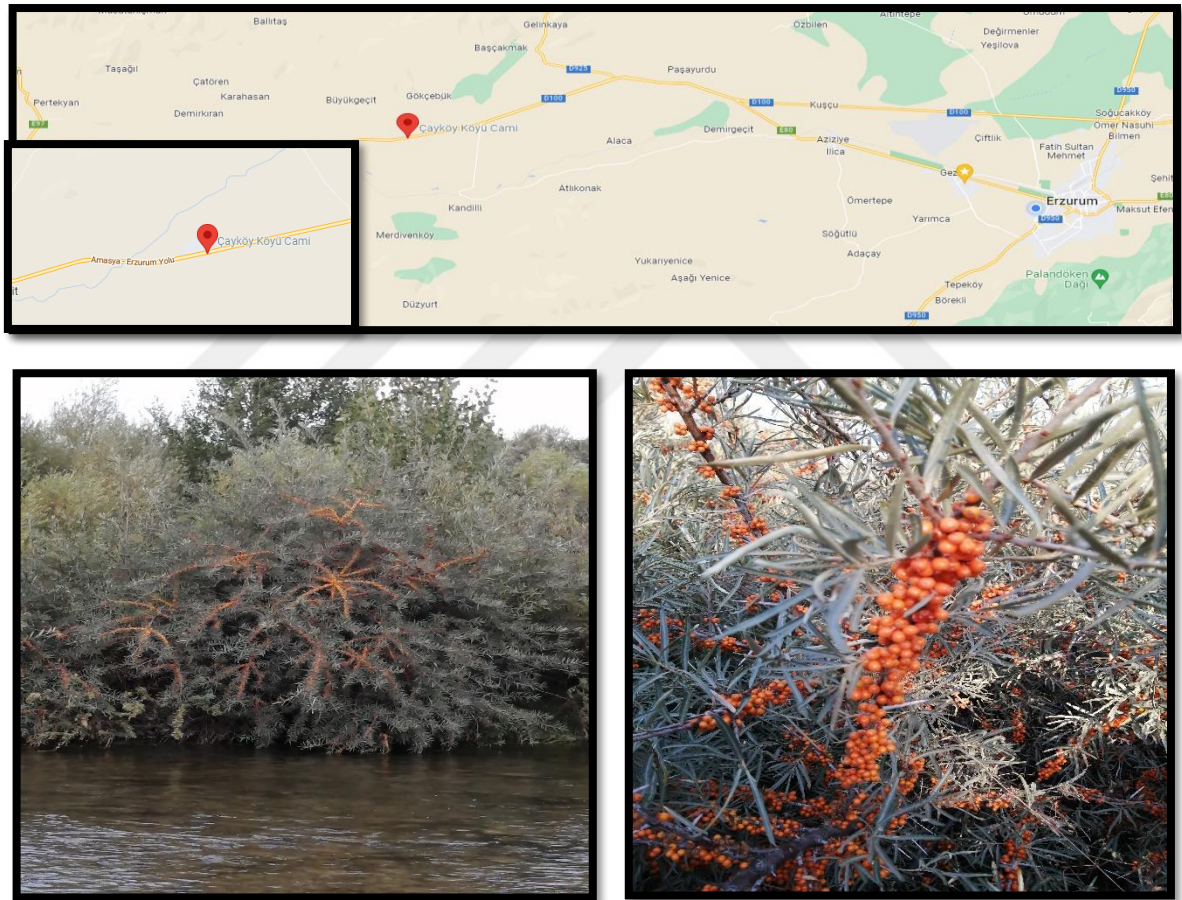
**Şekil 4.** Denemede kullanılan yem

**Tablo 1.** Denemede Kullanılan Ticari Yemin Kimsayal Analiz Raporu

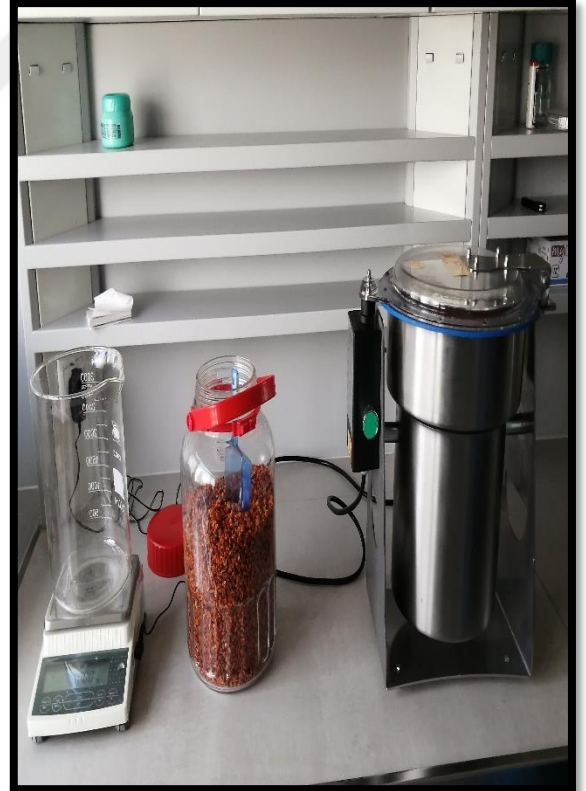
<b>Temel Besin Bileşenleri</b>	<b>Verilen Değerler</b>
Ham Protein(%)	45
Ham Yağ(%)	20
Ham Kül (%)	6
Ham Selüloz(%)	2
<b>Makro Elementler</b>	
Kalsiyum(%)	1,75
Sodyum(%)	0,25
Toplam Fosfor(%)	1
<b>İz Elementler</b>	
E1 Demir	15mg
E2 İyot	1,5mg
E3 Kobalt	0,5mg
E4 Bakır	2,5mg
E5 Manganez	15mg
<b>Katkı Maddeleri(Kg'da)</b>	
<b>Vitaminler</b>	
E672 Vit.A	8800IU
E671 Vit.D <sub>3</sub>	1600IU
E307 Vit.E	200mg

## *Hippophae rhamnoides* L. Meyvelerinden Ekstraktların Hazırlanması

Tez çalışmasında kullanılan yabani iğde meyveleri 1701 metre yükseklikte, 39,59,08N-40,49,04E koordinatlarında Erzurum Aşkale ilçesi merkez Serçeme Deresi havzasından küçük dallar makasla kesilerek toplandı (Şekil 5). Çalışmada kullanılan meyvelerin tür tespiti Eczacılık Fakültesi Farmasötik Botanik Anabilim Dalında yapılmıştır. Toplanan meyveler ışık almayan ortamda kurutuldu. Kurutulmuş meyvelerden yabancı maddeler temizlendikten sonra yaklaşık 1 kg kuru yabani iğde meyvesi bitki öğütücüsünde toz haline getirildi. Toz haline gelen materyal Soxleth ekstraktörü ile hekzan ile 2 gün boyunca ekstrakte edildi. Hekzanlı karışım 50 °C’de evaporatör yardımı ile hekzan kısmı tamamen uzaklaştırılarak yabani iğde yağı elde edildi (Şekil 6 - 7).



Şekil 5. Erzurum, Aşkale, Çay Köyü bitki toplama bölgesi konumu ve görselleri



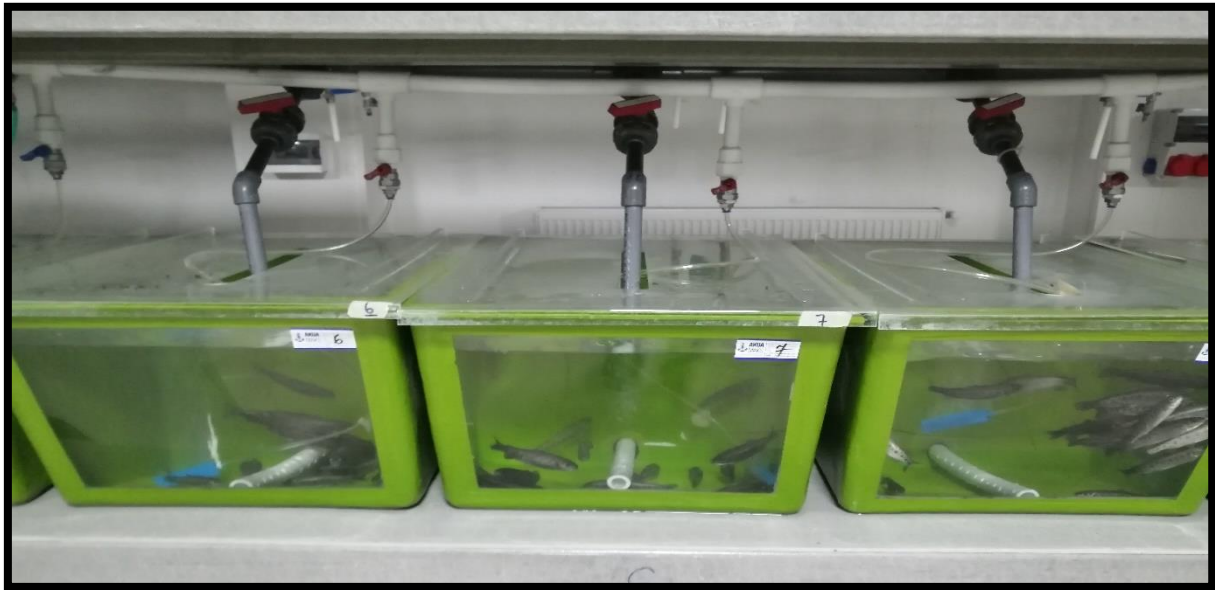
Şekil 6. Toplanan bitki meyvelerinin ayırd edilmesi ve ekstraksiyona hazırlanması



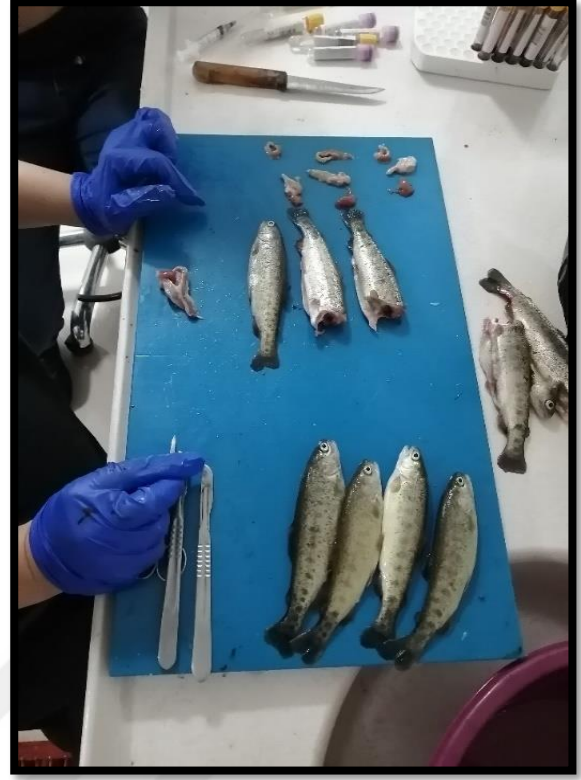
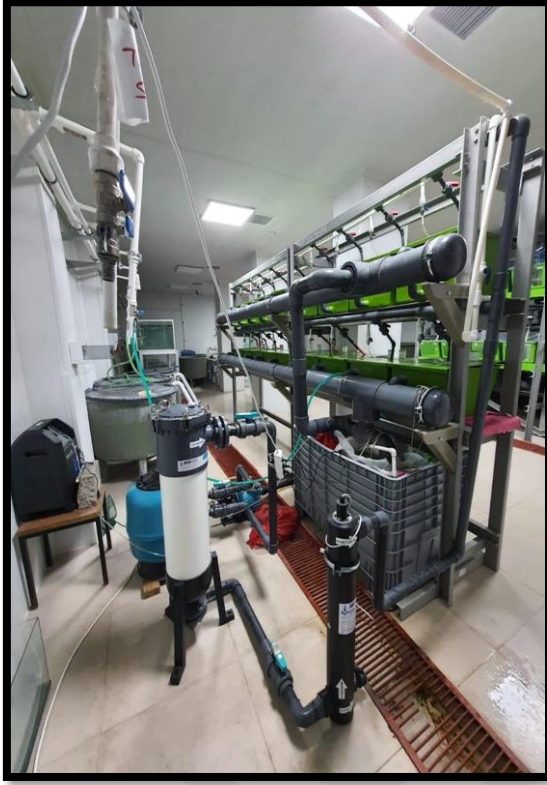
Şekil 7. Soxleth Ekstraksiyon yöntemiyle yağ elde edilmesi

## Deneysel Yemler, Balıklar ve Deneme Planı

Bu doktora çalışması Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Deneysel Araştırma biriminde, 12 adet (0,6×0,4×0,45m) tanklardan oluşan kapalı devre sistemde gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan balıklar deneme öncesinde 2 hafta boyunca deneme ortamına adapte edilmiştir. Bu aşamada ölen balıklar deneme ortamından uzaklaştırıldı. Deneme başayalana kadar ölen balıkların yerine balık eklenmiştir. Dört farklı grupta 3 tekerrür olarak gruplandırılmıştır. Beslenen 240 adet balık, fiberglas tanklara 20 adet başlangıç ağırlıkları  $18\pm 3$ gr olacak şekilde rastgele dağıtılmıştır. Deneme sıcaklığı  $13\pm 2$  °C, oksijen konsantrasyonu ise  $8\pm 1$ 'de 45 gün boyunca günde 3 öğün balıklar serbest yemeleme şeklinde beslenmiştir (Şekil 8-9).



Şekil 8. Denemenin yapıldığı kapalı devre sistem



**Şekil 9.** Kapalı devre sistem ve analiz görselleri

HR meyvelerinden elde edilen yağ % 0,25, % 0,5 ve % 1,0 mg/kg dozlarında ticari yemlere emdirilmek suretiyle yeme eklenmiştir. Hazırlanan yemler balıklara canlı ağırlık ve su sıcaklığı esas alınarak standart yemleme tablolarına göre verildi (Arslan vd., 2018). Kontrol balıkları, sadece ticari yem ile beslenmiştir. Ortalama 18 gr ağırlığındaki gökkuşuğu alabalığı yavruları tank başına 20 adet olacak şekilde stoklanmış ve hazırlanan bu yemlerle 45 gün boyunca balık vücut ağırlığının %3'ü oranında beslenmişlerdir. Deneme balıkları her 15 günde bir tartıldı ve ölüm oranı günlük olarak kaydedildi. Deney sonunda büyüme performans analizleri için son tartımlar yapıldıktan sonra balıklardan fileto, kan, karaciğer, mide ve bağırsakları alınarak ürün kalitesi, yağ asidi analizleri, sindirim enzimleri, antioksidan, bağışıklık ve histopatolojik bulgular gibi fizyolojik parametreler değerlendirildi.

Gruplar;

- 1. Grup:** % 0,25 yabani iğde yağı: Balık ticari yemine emdirilerek ilave edildi.
- 2. Grup:** % 0,5 yabani iğde yağı: Balık ticari yemine emdirilerek ilave edildi.
- 3. Grup:** % 1,0 yabani iğde yağı: Balık ticari yemine emdirilerek ilave edildi.
- 4. Grup:** Kontrol grubu: Balıklar sadece ticari alabalık yemi ile beslendi.

## Büyüme Performansı Analizleri

Çalışmanın sonunda, her bir tanktaki balıklar başlangıç ve son ağırlık ortalamaları ile beraber diğer büyüme performans parametreleri belirlenmiştir. Büyüme parametreleri şu şekilde hesaplandı (Lugert vd., 2016).

### Spesifik Büyüme Oranı (SBO)

$$\text{Ağırlıkça Spesifik Büyüme Oranı} = \frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{\text{Gün}} \times 100$$

### Canlı ağırlık kazancı (%)

$$\text{Ağırlıkça Büyüme Oranı} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$$

**Ortalama Günlük yem alımı (gr)**= deneme süresince ortalama alınan yem miktarı,

$$\text{Ortalama Günlük Yem Alımı} = \frac{\text{Deneme Süresince Tüketilen yem (g)}}{\text{Gün sayısı}}$$

### Yem Değerlendirme Oranı (YDO)

$$\text{Yem Değerlendirme Oranı} = \frac{\text{Tüketilen yem (g)}}{\text{Ağırlık Kazancı (g)}}$$

### Yaşama Oranı (%)

$$\text{Yaşama Oranı} = \frac{\text{Deneme sonunda tankta kalan balık sayısı}}{\text{Deneme başındaki balık sayısı}} \times 100$$

## Fileto Renk Analizi

İç organları çıkarılmış balıklarda fileto renk analizleri yapıldı. Renk analizi filetoların kesit yüzey renk yoğunlukları Minolta (CR-200, Minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılarak açıklık ve parlaklığı (L\*), kırmızı-yeşil renklilik (A\*) ve sarılık-mavi renklilik (B\*) Uluslararası Komisyon tarafından tavsiye edildiği gibi renk ölçümleri yapıldı (Hunt., 1977; de

l'Eclairage., 1978). Toplam 12 Tankın her birinden alınacak 6 balıktan olmak üzere renk analizi yapılarak ortalamaları verilmiştir (Şekil 10).



**Şekil 10.** Gökkuşluğu alabalığı fileto renk analizi ölçümü

#### **Vücut Kompozisyonlarının (Proksimet) Belirlenmesi (Kuru Madde, Ham kül, Ham Yağ ve Ham Protein)**

Tüm tankların her birinden alınacak 4 balıktan elde edilen 12 gruptaki alınan kas dokusunda kuru madde, ham kül, ham protein, yağ ve yağ asitleri analizleri yapıldı. Kuru madde analizi yapılırken 2 tekrarlı olacak şekilde alüminyum kurutma kapları 120 dk süre ile 100°C'lik etüvde bekletildi. Sürenin sonrasında desikatöre alınan kapların, soğutulup 0,0001 g hassasiyetli tartıda daraları alındıktan sonra ortalama 10 g örnek tartılıp kaydedi. Örnek kaplara iyice yayıldıktan sonra 100°C'lik etüvde sabit bir ağırlık yakalayınca kadar (~18 saat) kurutuldu. Örnekli kurutma kapları etüvden çıktıktan sonra zaman kaybetmeden desikatöre konuldu, nem alması önlendi. Kül miktarı ölçülmesinde kullanılan porselen krezeler 525°C'de 6-8 saat veya 650°C'de 180 dk civarında tutuldu. Fırından çıkarılan krezeler desikatörde tartıldı ve daraları kayıt edildi. Soğuyan krezelere 0,0001 g hassasiyetli tartıda 5-10 g arasında örnek tartıldı ve not edildi. 100°C etüvde ortalama 10-12 saat kurutma yapıldı. Kurutmadan sonra kül fırının kapağı açılıp duman çıkışı sonlanana kadar yakılma devam etti.. Duman çıkışı bittikten sonra fırının kapağı kapatılarak yavaş yavaş sıcaklık artırıldı (200 °C'de 5 dk, 300°C'de 5 dk, 400°C'de 5 dk). Son sıcaklık 525°C olacak şekilde 18 saat yakma yapıldı. Fırından çıkıp desikatörde soğutulan örnekler tartılarak not edildi. Geriye kalan kül ağırlığının, örnek ağırlığına bölünmesi ve sonra 100 ile çarpılmasıyla ham kül miktarı hesaplandı. Ham protein seviyesinin belirlenmesi Kjehdahl yöntemi ile yapıldı. Bu yöntem ile protein yapısında

olmayan N miktarı da ayrıca ölçülmektedir. Bu nedenle, protein fraksiyonu bazen tri-kloro asetik asit ile presipite ettirilir ve süzülür. Sıvı kısımda protein yapısında olmayan N miktarı belirlenip, deney sonu ham protein değerinden çıkartılarak hesaplandı (Folch vd., 1957; Gökalp., 2001).

Ayrıca *Hippopahae rhamnoides*'e yağ eksteresininde protein ve yağ asidi profili belirlendi (Folch vd., 1957; Gökalp., 2001).

### **Fileto, Yem ve Yabani İğde Yağında Yağ Asitlerinin Tayini**

Fileto ve karaciğerlerden ekstrakte edilen yağlarda ve HR'bitkisinden elde ettiğimiz yağda (Metcalf ve Schmitz, 1961)'e göre metil esterleri (FAME) hazırlanıp viallere aktarılıp gaz kromatografisinde (GC/MS) ölçülmüştür. Supelco Compenent FAME Mix standartının yürütüldüğü sistemde elde edilen piklerin görülüş zamanlarına göre yağ asitleri ile eşleştirilerek kalibre edilmiş ve kroatogramlarda % alan şeklinde gösterilen değerler sonuç olarak baz alınmıştır.

### **Sindirim Enzimlerinin Aktivitesi (Amilaz, Pepsin, Lipaz, Tripsin)**

Pepsin, amilaz, lipaz ve tripsin enzim aktiviteleri balıkların GIS mide ve bağırsaklarda BT LAB Bioassay Technology laborotory Elisa ölçüm kitleleri (Cat No E0024FI, Cat No E0061F1, Cat No E0093FI, Cat No E0024FI) kullanılarak kolorimetrik yöntemlerle üretici firmanın talimatlarına göre yapıldı. Her bir tanktan alınan 6 balık örneğinden çıkan mide ve barsaklar önce sıvı azot ile - 196 °C 'de havanda öğütüldükten sonra 1:10 oranında PBS ile homojenize edildi. Daha sonra çift tekerrürlü olmak üzere numuneler ve standartlar önce plate kuyucuklarına inkübasyonun ardından birbirine bağlanmayan antijen ve antikorlar elisa washer aracılığıyla yıkandı. Daha sonra substrata spesifik antikorlarla inkübasyonu tamamlandı. Ardından Elisa Reader (Biotek-Epoch) aracılığıyla 450 nm'de standartlara kıyaslanarak sindirim enzim aktiviteleri ölçüldü. Pepsin, amilaz, lipaz ve tripsin enzim aktiviteleri sonuçları sırasıyla KU/mg protein, ng/mg protein ve KU/mg protein olarak verildi.

### **Bağışıklık Parametrelerinin Belirlenmesi**

Balıklara anestezi uygulaması yapılmadan kaudal venadan girilerek her bir tanktan alınan 6 balıktan elde edilen 2 ml kan örneği heparinli ve serum tüplerinde muhafaza edildi. (Atamanalp., 2000) Santrifüj edilerek ayrılan serum ve plasma örneklerinde çift tekerrürlü olmak üzere ölçümler yapıldı.

### **Serum Lizozim Aktivitesi Ölçümü**

Serum lizozim aktivitesi, 0,02 g *Micrococcus lysodeicticus* bakterisinin 1 tablet fosfat tamponlu tuz (PBS) ve 100 ml saf su da çözülmesiyle elde edilen karışıma 40 µl serum eklenir ve 530 nm’de 0,5 ve 4,5 dakikalarda okutmaları yapıldı. Hesaplama ise aşağıdaki formüle göre yapıldı (Ellis., 1990).

$$\text{Serum Lizozim aktivitesi} = (\text{ilk okuma} - \text{son okuma}) * 1000 / \text{serum miktarı}$$

### **Plazma Solunum Patlama (NBT) Seviyesi Ölçümü**

Plazma Solunum Patlama (NBT) seviyesi ölçümü (Siwicki vd., 1994) geliştirdiği yonteme göre yapıldı. EDTA’lı tüplerden alınan 100 µl kan örneği mikrotitir plaklara konularak üzerine 100 µl NBT solusyonu (% 0,2 PBS içinde) ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında 30 dk inkübe edildikten sonra örnekten alınan 50 µl, 1 ml N, N- dimetil formamid bulunan tüpe ilave edilmiştir. 3000 g’de 5 dk santrifüj edildikten sonra üstteki tabaka alınarak 1 ml’lik spektrofotometre küvetinde 540 nm’de okunacaktır. NBT aktivitesi, aşağıdaki formülle hesaplandı (Siwicki vd., 1994).

$$\text{Plazma NBT seviyesi} = \text{Absorbans} \times 4 = \text{mg NBT}/1\text{ml kan}$$

### **Serum Myeloperoksidaz (MPO) Aktivitesi Ölçümü**

Serumdaki toplam myeloperoksidaz (MPO) içeriği ölçümü (Quade ve Roth., 1997) yöntemlerine göre gerçekleştirildi. 10 µl serum 90 µl HBSS (Ca<sup>+2</sup> ve Mg<sup>+2</sup> içermeyen tuz çözeltisi) 96’lık kuyucuklara plate’e eklenir. Sonra içerisine 20 mM 3,3’,5,5’- Tetramethylbenzidine (TMB) ve 5 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeren çözeltiden 35 µl eklenir.(Bu çözelti taze hazırlanıp kullanılmalıdır, fosfat sitrat tamponunda hazırlanabilir) 2 dakika sonra renk değişimini takiben 35 µl 4 M sülfirik asit ile reaksiyon durdurulur. Tepkime hızı IU olarak belirlenmiş ve dakikada 0,5 ml reaksiyon karışımında absorbansta 0,001 artış oluşması için enzem olan enzim miktarı olarak tanımlanmış, aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (ΔA 450/dk/ml) (Quade ve Roth., 1997).

$$\text{Miyeloperoksidaz konsantrasyonu} = (\text{ikinci okuma} - \text{ilk okuma}) \times 1906,54 \text{ U} / \mu\text{l}$$

### **Antioksidan Parametrelerin Belirlenmesi**

Deney sonunda herbir tanktan alınan 6 balıktan çıkarılan karaciğerde katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD), malondialdehit (MDA) ve glutatyon (GSH) analizleri aşağıda belirtilen yöntemlere göre yapıldı. Katalaz aktivitesi hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) tüketimine bağlı olarak 240 nm dalga boyunda ki absorbanstaki düşüşün kaydedilmesiyle tespit

edilmiştir (Aebi., 1984). Süperoksit radikallerini temizleyen Süperoksit dismutaz aktivitesi 560 nm'de nitroblue tetrazolium (NBT) O<sub>2</sub> indirgenmesi sonucu oluşan ksantin-ksantin oksidaz inhibisyonu ile belirlendi (Sun ve ark., 1988). Lipit peroksidasyonu sonucu açığa çıkan malondialdehit tayin etmek amacıyla MDA seviyesi ise (Ohkawa vd., 1979) yöntemine göre yapıldı. Glutatyon seviyesi (Sedlak ve Lindsay., 1968)'nin geliştirdiği metoda göre yapıldı. Elde edilen sonuçlar protein başına verilmiştir.

### **Karaciğer ve Gastro İntestinal Sistem Histopatolojisi**

Balıklara anestezi uygulaması yapılmadan kaudal venadan girilerek 4 ml kan örneği alındıktan sonrası disekte edilerek karaciğer ve GIS dokuları %10'luk tamponlu formalin solüsyonuna alınmıştır. (Atamanalp, 2000). Alınan örnekler sonra rutin takip işlemlerinden geçirilerek parafin bloklara gömüldü. Bloklardan alınan 5 µm'lik kesitler Hematoksilen-Eosin ile nekrotik/dejeneratif değişiklikler ve yangısal değişiklikler açısından ışık mikroskopunda incelendi Histopatolojik analizlerin tümü Kafkas Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirildi.

### **Doku Takip İşlemleri ve Kesitlerin Hazırlanması**

Cerrahi işlem sonucunda formalin çözeltisine konan doku örnekleri, 48 saat doku fiksasyonunun sonunda takiben plastik doku takip kasetleri içine alınarak etiketleme yapılmıştır. Akan su altında 2 saat boyunca yıkanan doku örnekleri, sırasıyla %50'lik (2 saat), %70'lik (1 saat), % 80'lik (1 saat), % 96'lık (1 saat), % 99'luk alkol (1 saat) serilerinden geçirilerek dehidrasyon işlemi yapıldı. Daha sonra dokular şeffaflaştırma işlemi için üç seri ksilenden (3x15 dakika) geçirildi. Son olarak dokular, emdirme işlemi için, yumuşak ve sert parafin serilerinden (46-48 °C- 60 dk ve 56- 58 °C- 60 dk) geçirilerek takip işlemi tamamlandı. İşlem sonunda plastik takip kasetler açıldı ve doku örnekleri metal bloklama kalıbı içine uygun kesit düzlemine göre sabitlendi ve kalıplar eriyik 56- 58°C erimiş parafin ile doldurularak oda sıcaklığında donmaya bırakılarak ve bloklama işlemi tamamlandı. Elde edilen bloklar mikrotom cihazına yerleştirildi ve her bir bloktan 5'er mikrometre kalınlığında kesitler alındı. Mikrotomdan çıkan kesitler, sıcak su havuzu yardımıyla histopatolojik inceleme için polilizin kaplı lamlara alındı (Karamese vd., 2015).

### **Boyama Ön İşlemi**

Polilizin kaplı lam üzerine alınan doku örnekleri parafinin eritilerek uzaklaşması için ve dokunun lam üzerine tam olarak sabitlenmesi amacıyla 20 dakika boyunca 65°C'deki etüvde tutuldu. Akabinde ise üç kez, beşer dakika ksilen serisinden geçirilerek parafin tam olarak uzaklaştırıldı. Akabinde Ksileni de dokudan uzaklaştırıp suya yaklaştırmak için lamlar azalan

alkol serilerinde (%99, %96, %80, %70, %50) ikişer dakika tutuldu. Son olarak lam yüzeyinin boya için en uygun ortamına geçmesi ve alkolün uzaklaştırılması nedeniyle ortalama 5 dakika akan suda yıkama işlemi yapıldı (Karamese vd., 2015).

### **Hematoksilen ve Eosin Boyama İşlemi**

Boyama ön işleminin ardından üç dakika Harris hematoksilen boyası ile nükleus boyama işlemi yapıldı. İşlem neticesinde fazla boyanın giderilmesi için beş dakika akan suda yıkama yapıldı. Örnekler, zıt boyama ile sitoplazmanın da boyanması amacıyla Eozin Y solüsyonunda 2 dakika bekletildi. Fazla boyanın giderilmesi için lamalar %96'luk alkole beş kez yavaşça daldırıp çıkarıldıktan sonra %100'lük alkolde iki dakika ve üç seri ksilolde iki dakika bekletildi. Entellan yapıştırma medyumu kullanarak doku yüzeyleri lamelle kapatıldı ve incelemeye geçildi (Çelikçi vd., 2021).

### **Mikroskopik İnceleme ve Fotoğraflama**

Hematoksilen-eozin işlemi sonucunda hazırlanan preparatlar, bilgisayar destekli ve kamera eklentili mikroskop (Olimpus CX41) ile incelenerek fotoğraflandı

Çekilen mikrograflar karşılaştırmalı incelemenin kolay olması amacıyla, Adobe Photoshop CS6 programı ile bir araya getirildi (Toktay vd., 2020).

### **İstatistiksel Analizler**

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel analizlerinde IBM Statistical 19.0 programı kullanıldı. Büyüme parametreleri renk analizleri, biyokimyasal analizlerin tümünde ANOVA karşılaştırma testlerinden Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Sunulan sonuçlar ortalama±standart sapma olarak verildi. Grupların ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak farklı harflerle gösterilmiştir. Herbir gruptaki farklı harf istatistiksel olarak  $\alpha=0,05$  önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlılığı göstermektedir.

## ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

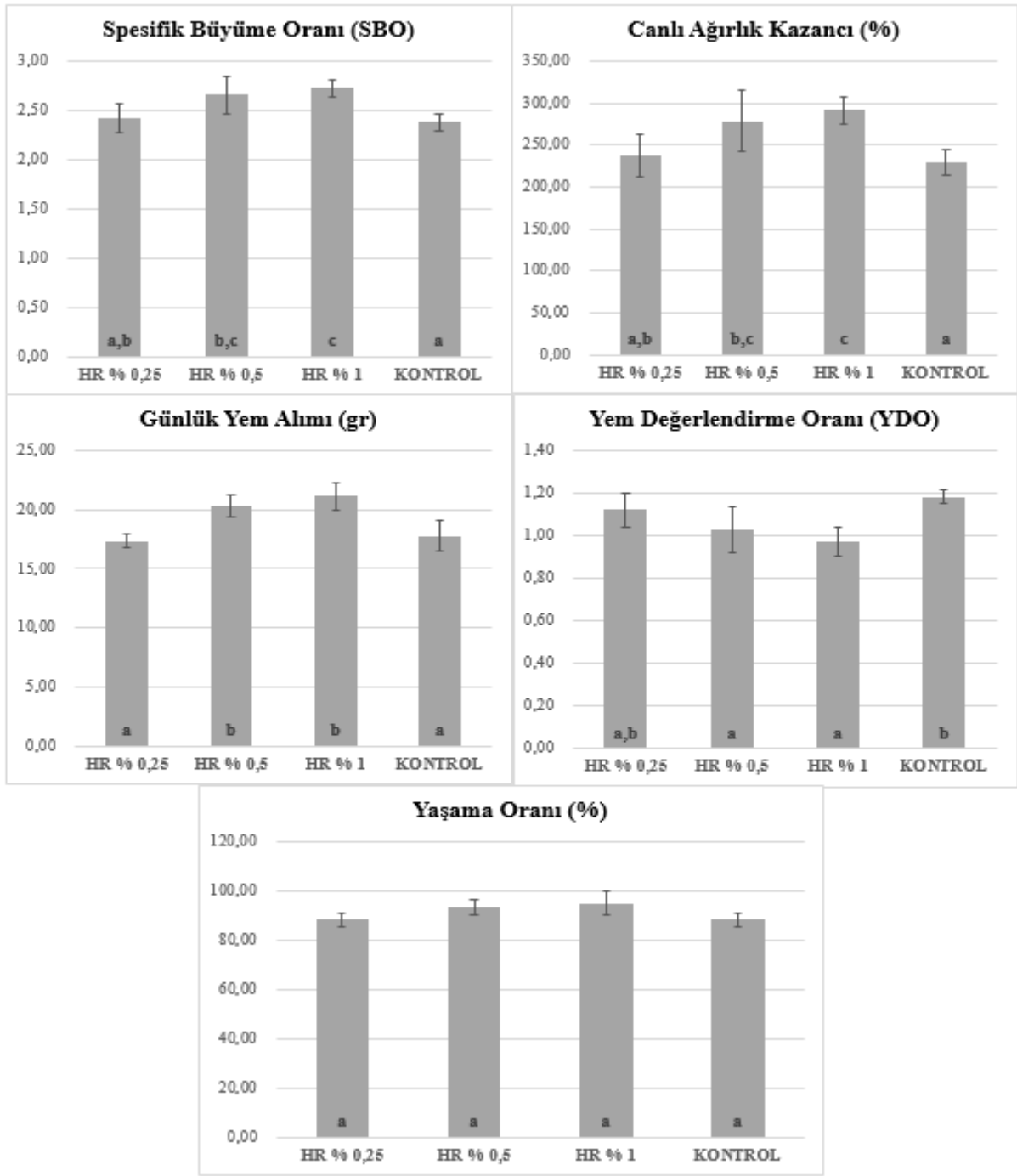
### Büyüme Performans Sonuçları

Kırkbeş gün süre ile deney gruplarına yapılan beslemelerden sonra büyümeye özgü değerler Tablo 2, Şekil 11’de sunulmuştur. Kontrol grubuna göre HR eklenmiş grupları kıyaslandığında % yaşama oranı istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. ( $P>0,05$ ) Buna karşılık SBO, % canlı ağırlık kazancı, günlük yem alımı (YDO) ve yem değerlendirme oranı bakımından kontrol grubuna göre HR eklenmiş grupları kıyasladığımızda %0,25 grubu hariç % 0,5 ve % 1 gruplarında bilhassa % 1 HR eklenmiş grubunda daha fazla olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

**Tablo 2.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının büyüme performans verileri

	HR % 0,25	HR % 0,5	HR % 1	Kontrol
Başlangıç ağırlık ortalaması (g)	17,65 ± 2,65 a	17,75 ± 6,24 a	18,00 ± 5,00 a	17,72 ± 4,04 a
Son ağırlık ortalaması (g)	59,46 ± 4,75 a,b	67,11 ± 5,87 b,c	70,46 ± 3,56 c	58,36 ± 2,67 a
Spesifik Büyüme Oranı (SBO)	2,43 ± 0,15 a,b	2,66 ± 0,19 b,c	2,73 ± 0,09 c	2,38 ± 0,09 a
Canlı Ağırlık Kazancı (%)	236,82 ± 25,25 a,b	278,31 ± 36,59 b,c	291,37 ± 16,98 c	229,39 ± 14,28 a
Ortalama Günlük yem alımı (g)	17,36 ± 0,59 a	20,33 ± 1,00 b	21,12 ± 1,19 b	17,80 ± 1,31 a
Yem Değerlendirme Oranı (YDO)	1,13 ± 0,08 a,b	1,03 ± 0,11 a	0,98 ± 0,07 a	1,19 ± 0,03 b
Yaşama Oranı (%)	88,33 ± 2,89 a	93,33 ± 2,89 a	95,00 ± 5,00 a	88,33 ± 2,89 a

Herbir değer bir ortalama ± standart sapmayı göstermektedir. Herbir grupta 3 tank bulunmaktadır. (n=3) Herbir ortalama±standart sapma değerinin yanında ifade edilen farklı harf ve harfler One-Way Anova Duncan istatistik testine göre birbirinden farklı olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ ). Aynı harf veya harfler ise istatistiksel olarak anlamsızlığı göstermektedir ( $P>0,05$ ).



**Şekil 11.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşacağı alabalıklarının büyüme performans grafikleri

Herbir değer bir ortalama  $\pm$  standart sapmayı göstermektedir. Herbir grupta 3 tank bulunmaktadır. (n=3) Herbir ortalama $\pm$ standart sapma değerinin yanında ifade edilen farklı harf ve harfler One-Way Anova Duncan istatistik testine göre birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. ( $P<0,05$ ) Aynı harf ve harfler ise istatistiksel olarak anlamsızlığı göstermektedir ( $P>0,05$ ).

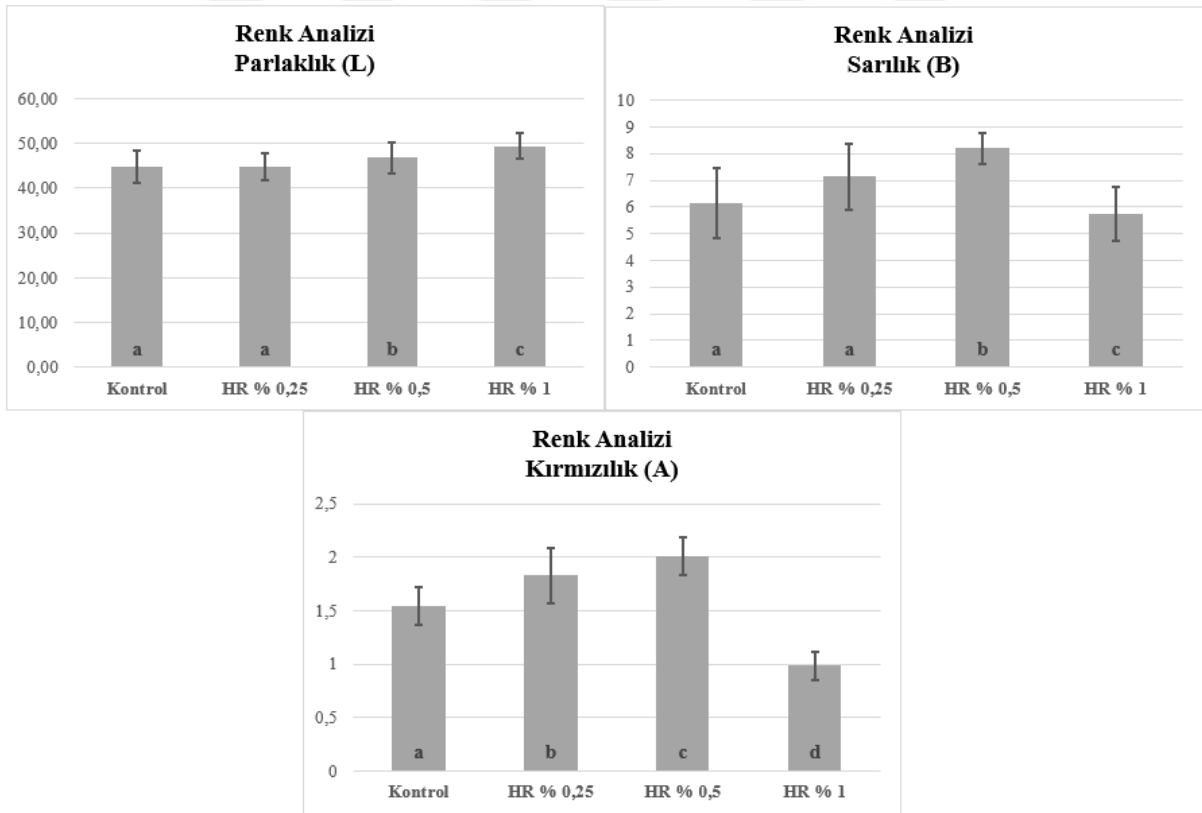
## Fileto Renk Analiz Sonuçları

Deneme sonunda balıkların fileto renk analiz sonuçları Tablo 3, Şekil 12’de sunulmuştur. Filetoların parlaklığı, kırmızılığı ve sarılığı bakımından kontrol grubuna göre HR eklenmiş grupları ile kıyasladığımızda parlaklık ve sarılığın % 0,25 grubu hariç, diğer tüm gruplarda %0,25’den % 1’e doğru artan bir şekilde bilhassa % 1 HR eklenmiş grupta daha fazla olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı bir renk değişikliği bulunmaktadır (P<0,05).

**Tablo 3.** Yabani İğde Yağı İlave Edilen Yemlerle Beslenen Gökkuşluğu Alabalıklarının Fileto Renk Analizi Sonuçları

	Parlaklık (L)	Kırmızılık (A)	Sarılık (B)
Kontrol	44,82 ± 2,94 a	0,98 ± 0,14 a	5,74 ± 1,00 a
HR % 0,25	44,78 ± 3,57 a	1,55 ± 0,18 b	6,14 ± 1,33 a
HR % 0,5	46,77 ± 2,96 b	1,83 ± 0,26 c	7,13 ± 1,25 b
HR % 1	49,45 ± 3,48 c	2,01 ± 0,18 d	8,19 ± 0,57 c

Herbir değer bir ortalama ± standart sapmayı göstermektedir. Herbir grupta 3 tank bulunmaktadır. (n=3) Herbir ortalama±standart sapma değerinin yanında ifade edilen farklı harf ve harfler One-Way Anova Duncan istatistik testine göre birbirinden farklı olduğunu göstermektedir (P<0,05). Aynı harf ve harfler ise istatistiksel olarak anlamsızlığı göstermektedir (P>0,05).



**Şekil 12.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşluğu alabalıklarının fileto renk analizi veri grafikleri

## Vücut Kompozisyonlarının (Proksimet) Belirlenmesi (Kuru Madde, Ham Kül, Ham Yağ ve Ham Protein)

Deneme sonunda balıkların iç organları çıkarılmış tüm vücut kıyma makinesinden geçirdikten sonra elde edilen dokularda kuru madde, ham kül, ham yağ ve ham protein seviyeleri Tablo 4, 5, Şekil 13 ve 14’de sunulmuştur.

Tablo 4, Şekil 13’den de anlaşılacağı gibi % 0,25, 0,5 ve 1 oranında HR yağı ilave edilmiş yemlerle beslenen balıkların fileto analizlerini kuru madde bakımından kontrol grubuna göre kıyasladığımızda % 0,25 ve % 0,5 grubu ile istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunmaz iken, kuru madde bakımından kontrol grubuna kıyasla % 1 grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde düşüklük bulunmuştur ( $P < 0,05$ ).

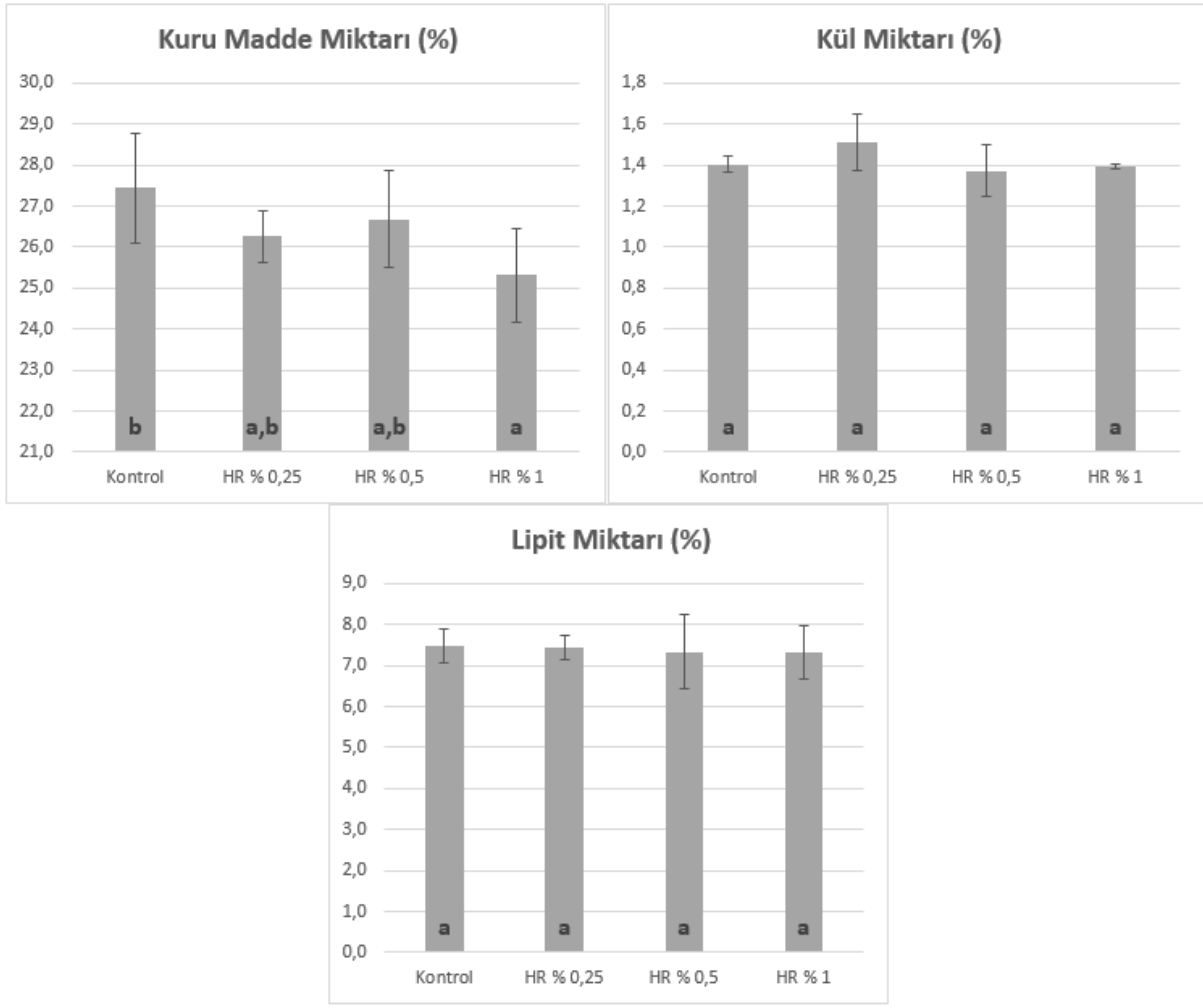
% 0,25, 0,5 ve 1 oranında HR yağı ilave edilmiş yemlerle beslenen balıkları ham kül bakımından kontrol grubuna göre kıyasladığımızda HR eklenmiş hiçbir grupta istatistiksel olarak anlamlı değişim bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ).

% 0,25, 0,5 ve 1 oranında HR yağı ilave edilmiş yemlerle beslenen balıkları lipit miktarı bakımından kontrol grubuna göre kıyasladığımızda HR eklenmiş hiçbir grupta istatistiksel olarak anlamlı değişim bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ).

**Tablo 4.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının kuru madde, ham kül ve ham yağ seviyeleri

	Kurum Madde Miktarı (%)	Kül Miktarı (%)	Lipit Miktarı (%)
Kontrol	27,4 ± 1,3 b	1,4 ± 0,0 a	7,5 ± 0,4 a
HR % 0,25	26,3 ± 0,6 a,b	1,5 ± 0,1 a	7,4 ± 0,3 a
HR % 0,5	26,7 ± 1,2 a,b	1,4 ± 0,1 a	7,3 ± 0,9 a
HR % 1	25,3 ± 1,1 a	1,4 ± 0,0 a	7,3 ± 0,7 a

Herbir değer bir ortalama ± standart sapmayı göstermektedir. Herbir grupta 3 tank bulunmaktadır. (n=3) Herbir ortalama±standart sapma değerinin yanında ifade edilen farklı harf ve harfler One-Way Anova Duncan istatistik testine göre birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. ( $P < 0,05$ ) Aynı harf ve harfler ise istatistiksel olarak anlamsızlığı göstermektedir ( $P > 0,05$ ).



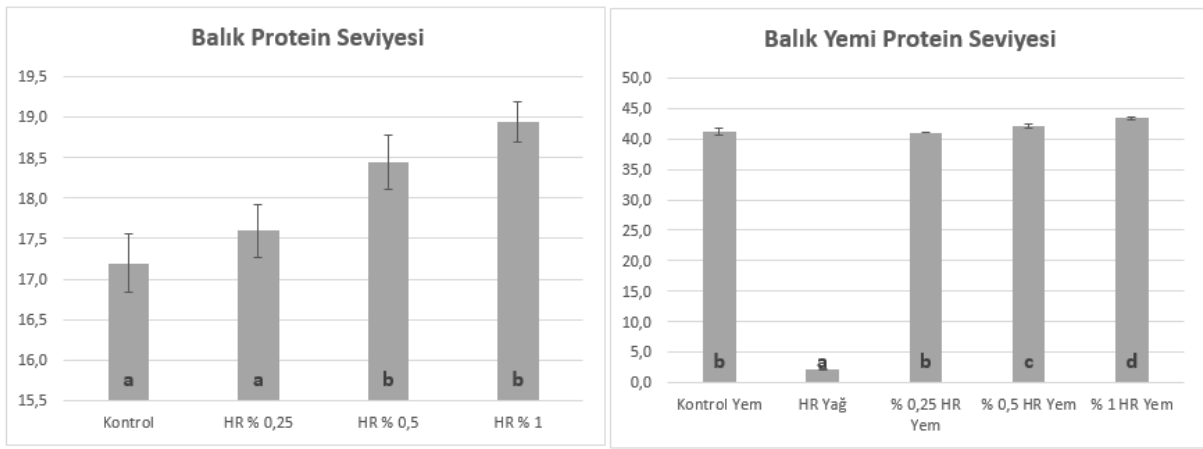
**Şekil 13.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının kuru madde, ham kül ve ham yağ seviyeleri

Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının protein içeriği ve yemlere % 0,25, 0,5 ve ve 1 oranında HR yağı ilave edilmiş yemlerin protein içerikleri bakımından kontrol grubuna göre HR eklenmiş grupları ile kıyasladığımızda yemlerde ve tüm vücut balık % 0.25 grubu hariç, diğer %0,5 ve % 1 grubunda istatistiksel olarak fark bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Özellikle % 1 HR eklenmiş grupta daha fazla protein artışı olduğu bulunmuştur ( $P<0.05$ ) (Tablo 5, Şekil 14).

**Tablo 5.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının ve kontrol yem protein seviyeleri

Balık protein seviyesi		Yem protein seviyesi	
Kontrol	17,2 ± 0,4 a	Kontrol Yem	41,2 ± 0,6 b
HR % 0,25	17,6 ± 0,3 a	HR Yağ	2,2 ± 0,1 a
HR % 0,5	18,4 ± 0,3 b	% 0,25 HR Yem	41,1 ± 0,1 b
HR % 1	18,9 ± 0,2 b	% 0,5 HR Yem	42,1 ± 0,4 c
		% 1 HR Yem	43,4 ± 0,2 d

Herbir değer bir ortalama ± standart sapmayı göstermektedir. Herbir grupta 3 tank bulunmaktadır. (n=3) Herbir ortalama±standart sapma değerinin yanında ifade edilen farklı harf ve harfler One-Way Anova Duncan istatistik testine göre birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. (P<0,05) Aynı harf ve harfler ise istatistiksel olarak anlamsızlığı göstermektedir.(P>0,05).



**Şekil 14.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının ve kontrol yem protein grafikleri

### Gökkuşuğu Alabalığı Filetosu, Kontrol Yem ve Yabani İğde Yağı Yağ Asitlerinin Tayini

Deneme sonunda elde edilen gökkuşuğu alabalığı filetoları analiz edildiğinde, toplam yağ asit içeriğinde bazı yağ asitlerinde kontrole göre (16:1, 18:0, 20:2n-6, 20:5n-3,  $\Sigma$ MUFA) istatistiki olarak anlamlı bulunurken (P<0,05), toplamda seçtiğimiz 26 amino asidin 21'inde istatistik olarak önemli bir değişiklik bulunmamıştır (P>0,05) (Tablo 6).

Kontrol yemi, HR yağı eklenmiş yemler ve HR yağı yağ asiti içeriği analiz sonuçları incelediğinde; genel anlamda yağ asiti içeriği bakımından normal yem ile HR eklenmiş yemlerin yağ asitleri arasında 16:1 yağ asiti hariç istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 7).

**Tablo 6.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının filetosunda yağ asitlerinin tayini

Yağ Asitleri	Kontrol	HR % 0,25	HR % 0,5	HR % 1
14:0	9,64 ± 0,96 a	9,58 ± 0,33 a	9,75 ± 0,27 a	10,13 ± 1,06 a
15:0	0,18 ± 0,01 a	0,18 ± 0,00 a	0,18 ± 0,00 a	0,19 ± 0,00 a
16:0	14,92 ± 0,57 a	14,91 ± 0,09 a	15,26 ± 0,29 a	14,86 ± 0,38 a
16:1	3,88 ± 0,12 a	4,06 ± 0,04 b	4,22 ± 0,01 b,c	4,28 ± 0,12 c
17:0	0,18 ± 0,09 a	0,24 ± 0,01 a	0,24 ± 0,01 a	0,24 ± 0,00 a
17:1	0,09 ± 0,10 a	0,12 ± 0,11 a	0,06 ± 0,11 a	0,06 ± 0,10 a
18:0	3,97 ± 0,14 a	4,04 ± 0,06 a,b	4,17 ± 0,07 a,b	4,12 ± 0,07 b
18:1n-9	33,86 ± 1,28 a	33,18 ± 0,06 a	33,07 ± 0,51 a	33,72 ± 0,98 a
18:1n-7	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a	0,00 ± 0,00 a
18:2n-6	13,46 ± 0,23 a	13,31 ± 0,14 a	13,15 ± 0,09 a	13,24 ± 0,17 a
18:3n-3	5,58 ± 0,18 a	5,41 ± 0,09 a	5,49 ± 0,04 a	5,43 ± 0,06 a
18:4n-3	0,82 ± 0,03 a	0,81 ± 0,01 a	0,80 ± 0,00 a	0,77 ± 0,04 a
21:0	1,09 ± 0,05 a	1,06 ± 0,01 a	1,09 ± 0,02 a	1,08 ± 0,02 a
20:2n-6	0,53 ± 0,01 a,b	0,50 ± 0,00 a	0,53 ± 0,03 a,b	0,56 ± 0,05 b
20:3n-6	0,67 ± 0,15 a	0,77 ± 0,03 a	0,66 ± 0,09 a	0,61 ± 0,01 a
20:3n-3	0,19 ± 0,20 a	0,34 ± 0,34 a	0,16 ± 0,20 a	0,03 ± 0,05 a
20:4n-6	0,46 ± 0,11 a	0,51 ± 0,01 a	0,52 ± 0,05 a	0,47 ± 0,03 a
20:5n-3	2,15 ± 0,07 b	2,16 ± 0,05 b	2,11 ± 0,03 b	1,94 ± 0,13 a
24:1n-9	0,18 ± 0,19 a	0,37 ± 0,01 a	0,23 ± 0,20 a	0,12 ± 0,20 a
22:6n-3	8,18 ± 0,20 a	8,43 ± 0,02 a	8,32 ± 0,07 a	8,17 ± 0,30 a
ΣSFA	29,98 ± 1,58 a	30,01 ± 0,34 a	30,68 ± 0,56 a	30,61 ± 0,86 a
ΣMUFA	47,64 ± 0,55 a,b	47,32 ± 0,34 a	47,34 ± 0,45 a	48,31 ± 0,29 b
ΣPUFA	31,49 ± 0,43 b	31,75 ± 0,29 b	31,20 ± 0,33 a,b	30,66 ± 0,57 a
Σn3	16,91 ± 0,23 a,b	17,16 ± 0,34 b	16,87 ± 0,22 b	16,34 ± 0,40 a
Σn6	15,11 ± 0,28 a	15,09 ± 0,12 a	14,86 ± 0,14 a	14,87 ± 0,15 a
n3/n6	1,12 ± 0,02 a,b	1,14 ± 0,03 b	1,13 ± 0,01 b	1,10 ± 0,02 a

**Tablo 7.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşacağı alabalıklarının yağ eklenmiş yemlerin ve yabani iğde yağının yağ asitleri tayini

Yağ Asitleri	Kontrol Yem	HR %1 (Yem)	HR % 0,5 (Yem)	HR % 0,25	HR Yağı
<b>14:0</b>	7,26	7,67	8,02	7,94	4,84
<b>15:0</b>	0,77	0,75	0,82	0,79	0,28
<b>16:0</b>	16,44	16,60	16,40	16,38	19,40
<b>16:1</b>	5,05	6,30	6,02	5,38	4,83
<b>17:0</b>	0,55	0,51	0,52	0,52	0,57
<b>17:1</b>	0,21	0,21	0,22	0,22	0,00
<b>18:0</b>	3,05	2,84	2,81	2,86	5,10
<b>18:1n-9</b>	23,68	22,87	22,68	22,76	36,10
<b>18:1n-7</b>	2,20	2,46	2,38	2,13	0,00
<b>18:2n-6</b>	8,10	8,24	8,05	8,29	15,08
<b>18:3n-3</b>	5,32	5,32	5,27	5,74	4,25
<b>18:4n-3</b>	1,70	1,65	1,72	1,76	0,86
<b>21:0</b>	0,30	0,00	0,00	0,00	1,44
<b>20:2n-6</b>	0,22	0,00	0,00	0,00	0,60
<b>20:3n-6</b>	3,65	3,19	3,17	3,30	0,84
<b>20:3n-3</b>	0,24	0,22	0,23	0,20	0,80
<b>20:4n-6</b>	0,58	0,35	0,36	0,40	0,29
<b>20:5n-3</b>	6,59	6,64	6,81	7,01	4,20
<b>24:1n-9</b>	0,98	0,77	0,76	0,78	0,53
<b>22:6n-3</b>	13,10	13,40	13,76	13,52	0,00
<b>ΣSFA</b>	28,37	28,38	28,58	28,50	31,63
<b>ΣMUFA</b>	39,39	40,28	40,07	39,22	46,29
<b>ΣPUFA</b>	39,28	39,01	39,37	40,23	26,32
<b>Σn3</b>	26,94	27,23	27,78	28,23	10,11
<b>Σn6</b>	12,56	11,78	11,58	12,00	16,81
<b>n3/n6</b>	2,15	2,31	2,40	2,35	0,60

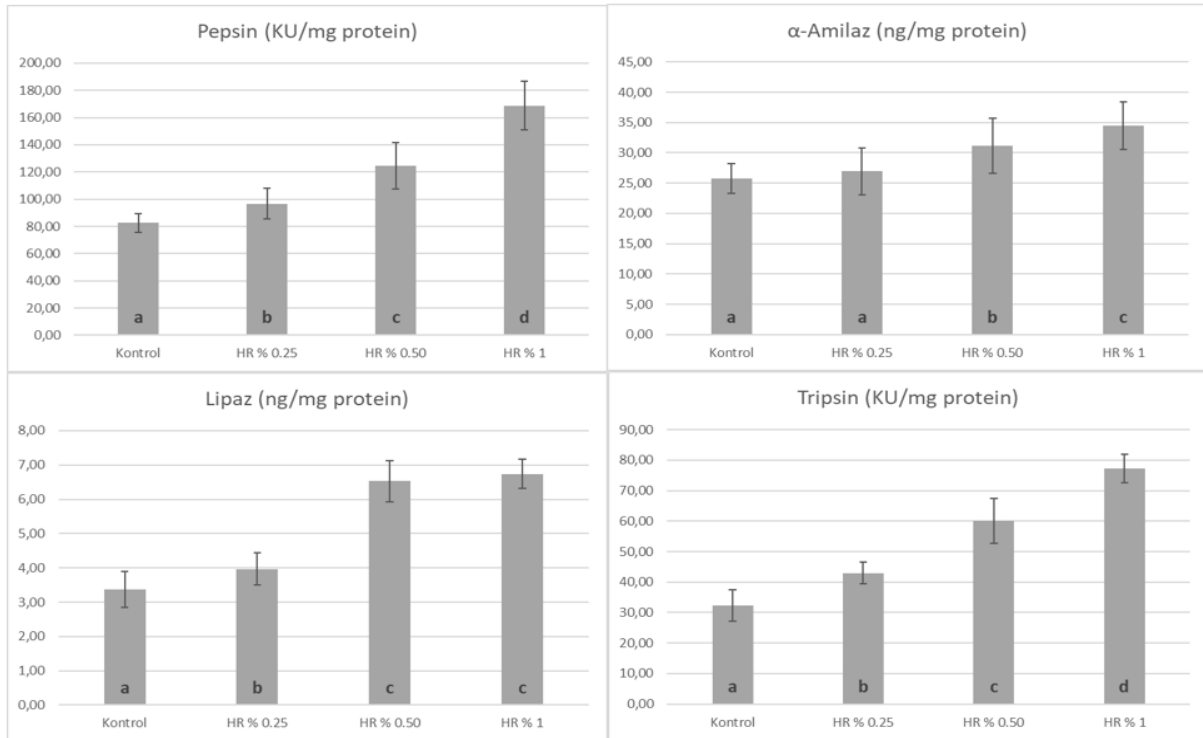
## Gökkuşığı Alabalığı Mide ve Barsaklarındaki Sindirim Enzimlerinin Aktivitesi (Pepsin, Amilaz, Lipaz, Tripsin)

Deneme sonunda mide de pepsin, bağırsaklarda ise amilaz, lipaz ve tripsin enzim aktiviteleri seviyeleri Tablo 8, Şekil 15’de verilmiştir. Buna göre % 0,25, 0,5 ve ve 1 oranında HR yağı ilave edilmiş grupları sindirim enzim içerikleri bakımından kontrol grubuna göre kıyasladığımızda % 0,25 amilaz grubu hariç diğer tüm enzim ve gruplarada istatistiksel olarak farklılık anlamlı bulunmuştur ( $P<0.05$ ). bilhassa %0,5 ve % 1 HR eklenmiş grupta sindirim enzimlerinde daha fazla artış olduğu gözlenmiştir ( $P<0.05$ ).

**Tablo 8.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşığı alabalıklarının mide pepsin, bağırsaklarda ise amilaz, lipaz ve tripsin enzim aktiviteleri

	Pepsin (KU/mg protein)	$\alpha$ -Amilaz (ng/mg protein)	Lipaz (ng/mg protein)	Tripsin (KU/mg protein)
Kontrol	82,65 $\pm$ 6,92 a	25,76 $\pm$ 2,43 a	3,37 $\pm$ 0,52 a	32,30 $\pm$ 5,09 a
HR % 0,25	96,70 $\pm$ 11,36 b	26,96 $\pm$ 3,86 a	3,97 $\pm$ 0,47 b	42,99 $\pm$ 3,60 b
HR % 0,50	124,61 $\pm$ 16,94 c	31,16 $\pm$ 4,54 b	6,53 $\pm$ 0,60 c	60,06 $\pm$ 7,29 c
HR % 1	168,75 $\pm$ 17,84 d	34,48 $\pm$ 3,89 c	6,74 $\pm$ 0,42 c	77,27 $\pm$ 4,65 d

Herbir değer bir ortalama  $\pm$  standart sapmayı göstermektedir. Herbir grupta 3 tank bulunmaktadır. (n=3) Herbir ortalama $\pm$ standart sapma değerinin yanında ifade edilen farklı harf ve harfler One-Way Anova Duncan istatistik testine göre birbirinden farklı olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ ). Aynı harf ve harfler ise istatistiksel olarak anlamsızlığı göstermektedir ( $P>0,05$ ).



**Şekil 15.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşığı alabalıklarının mide pepsin, bağırsaklarda ise amilaz, lipaz ve tripsin enzim aktiviteleri

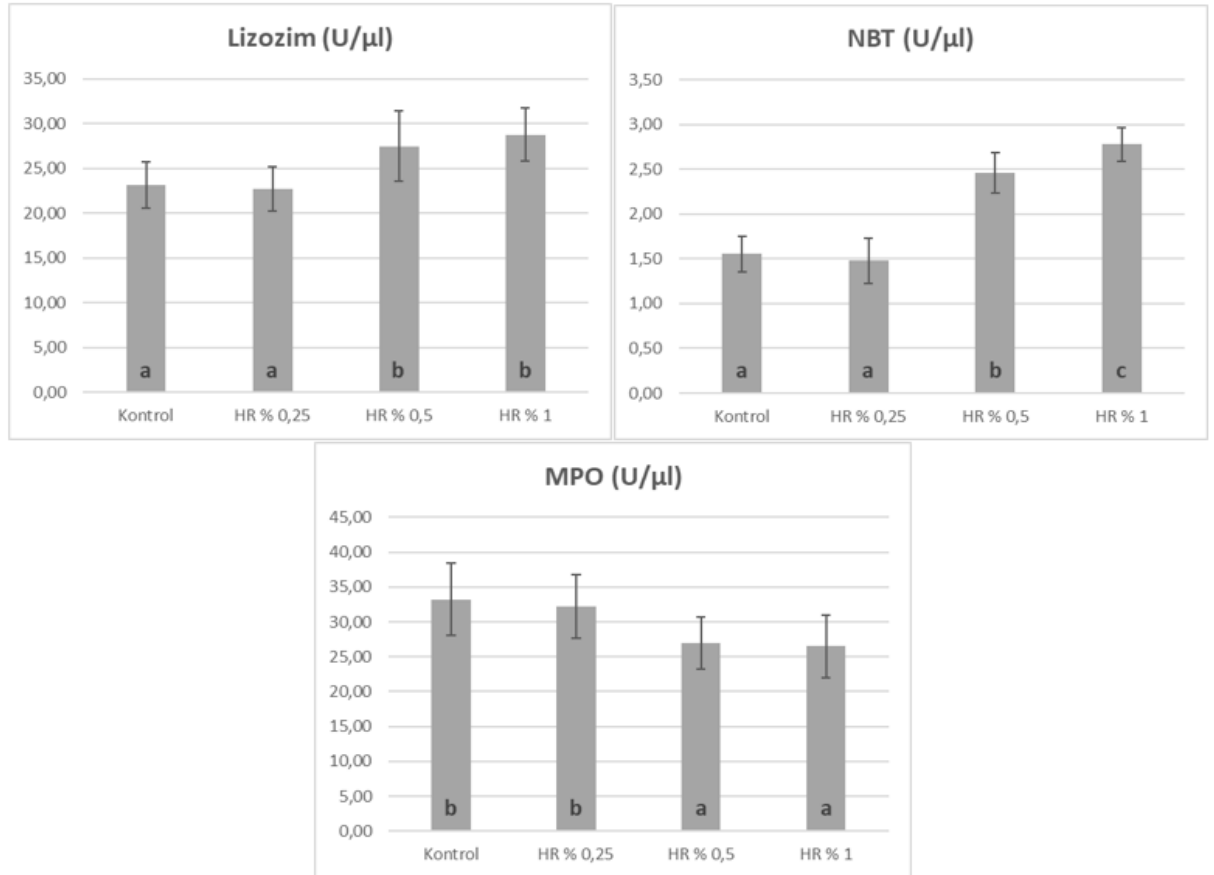
## Yabani İğde Yağı İlave Edilen Yemlerle Beslenen Gökkuşacağı Alabalıklarının Serum ve Plazmasında Bağışıklık Parametrelerinin Belirlenmesi

Deneme sonunda balıkların serum lizozim, MPO aktivitesi ve NBT Seviyesi seviyeleri Tablo 9, Şekil 16’da verilmiştir. % 0,25, 0,5 ve ve 1 oranında HR yağı ilave edilmiş grupların serum Lizozim, MPO ve plazma NBT içeriği bakımından kontrol grubuna göre kıyasladığımızda % 0,25 grubu hariç diğer %0,5 ve % 1 HR eklenmiş gruplarında tüm bağışıklık enzimlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ( $P<0,05$ ).

**Tablo 9.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşacağı alabalıklarının serum Lizozim, MPO ve Plazma NBT seviyesi

	Lizozim (U/ $\mu$ l)	NBT (U/ $\mu$ l)	MPO (U/ $\mu$ l)
Kontrol	23,12 $\pm$ 2,56 a	1,55 $\pm$ 0,20 a	33,20 $\pm$ 5,15 b
HR % 0,25	22,72 $\pm$ 2,43 a	1,48 $\pm$ 0,25 a	32,24 $\pm$ 4,58 b
HR % 0,5	27,46 $\pm$ 3,90 b	2,46 $\pm$ 0,23 b	26,98 $\pm$ 3,78 a
HR % 1	28,77 $\pm$ 2,92 b	2,78 $\pm$ 0,19 c	26,50 $\pm$ 4,44 a

Herbir değer bir ortalama  $\pm$  standart sapmayı göstermektedir. Herbir grupta 3 tank bulunmaktadır. (n=3) Herbir ortalama $\pm$ standart sapma değerinin yanında ifade edilen farklı harf ve harfler One-Way Anova Duncan istatistik testine göre birbirinden farklı olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ ). Aynı harf ve harfler ise istatistiksel olarak anlamsızlığı göstermektedir ( $P>0,05$ ). -HR: Hippophae rhamnoides yağı veya yabani iğde yağı.



**Şekil 16.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşacağı alabalıklarının serum Lizozim, MPO ve plazma NBT seviyesi

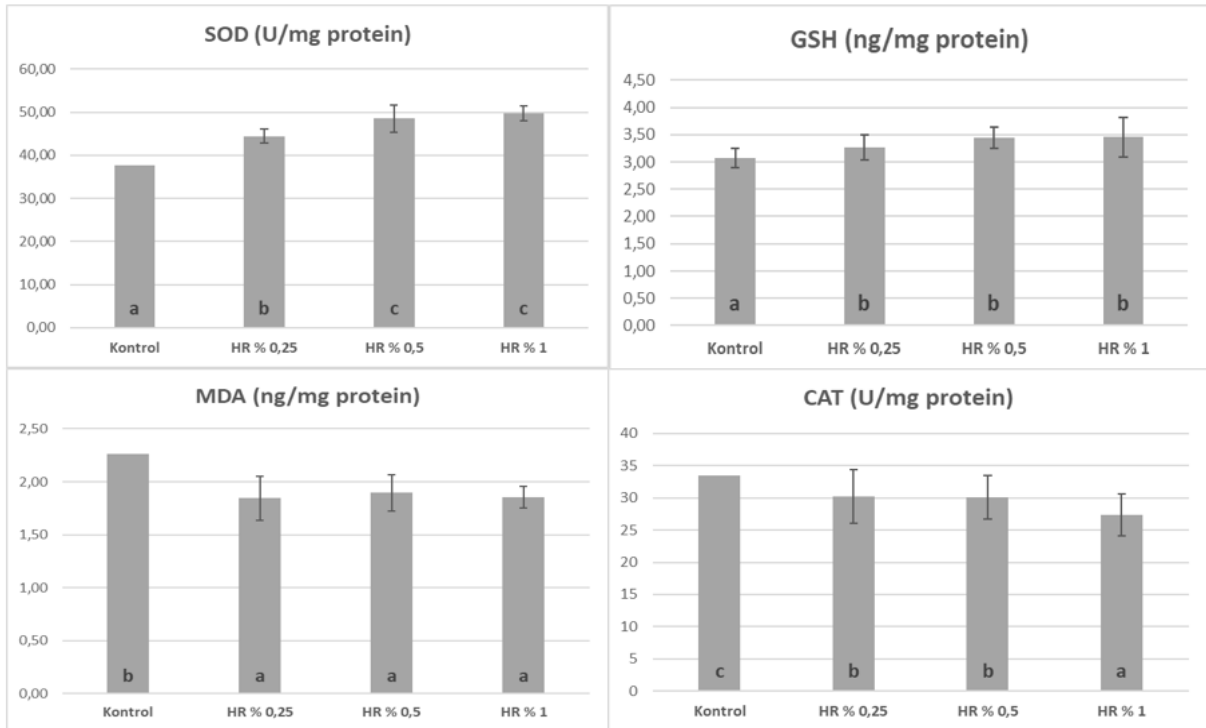
## Gökkuşığı Alabalıklarının Karaciğer Antioksidan Parametrelerinin Belirlenmesi

Deneme sonunda balıkların karaciğerlerinde SOD, GSH, MDA ve CAT seviyeleri Tablo 10, Şekil 17’de sunulmuştur. % 0,25, 0.5 ve ve 1 oranında HR yağı ilave edilmiş grupların Karaciğer CAT, SOD, GSH ve MDA seviyeleri bakımından kontrol grubuna göre tüm gruplarda, bihassa da % 0,5 ve % 1’lik HR emdirilmiş gruplarda daha fazla bir artışın olduğu, tüm antioksidanlarda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ).

**Tablo 10.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşığı alabalıklarının karaciğer SOD, GSH, MDA ve CAT seviyeleri

	SOD (U/mg protein)	GSH (ng/mg protein)	MDA (ng/mg protein)	CAT (U/mg protein)
Kontrol	37,72 ± 1,62 a	3,07 ± 0,18 a	2,26 ± 0,21 b	33,49 ± 4,15 c
HR % 0,25	44,43 ± 3,13 b	3,26 ± 0,23 b	1,84 ± 0,17 a	30,25 ± 3,36 b
HR % 0,5	48,51 ± 1,73 c	3,44 ± 0,20 b	1,90 ± 0,10 a	30,12 ± 3,30 b
HR % 1	49,65 ± 3,36 c	3,46 ± 0,36 b	1,85 ± 0,17 a	27,35 ± 0,88 a

Herbir değer bir ortalama ± standart sapmayı göstermektedir. Herbir grupta 3 tank bulunmaktadır. (n=3) Herbir ortalama±standart sapma değerinin yanında ifade edilen farklı harf ve harfler One-Way Anova Duncan istatistik testine göre birbirinden farklı olduğunu göstermektedir ( $P<0,05$ ). Aynı harf ve harfler ise istatistiksel olarak anlamsızlığı göstermektedir ( $P>0,05$ ).



**Şekil 17.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşığı alabalıklarının karaciğer SOD, GSH, MDA ve CAT seviyeleri

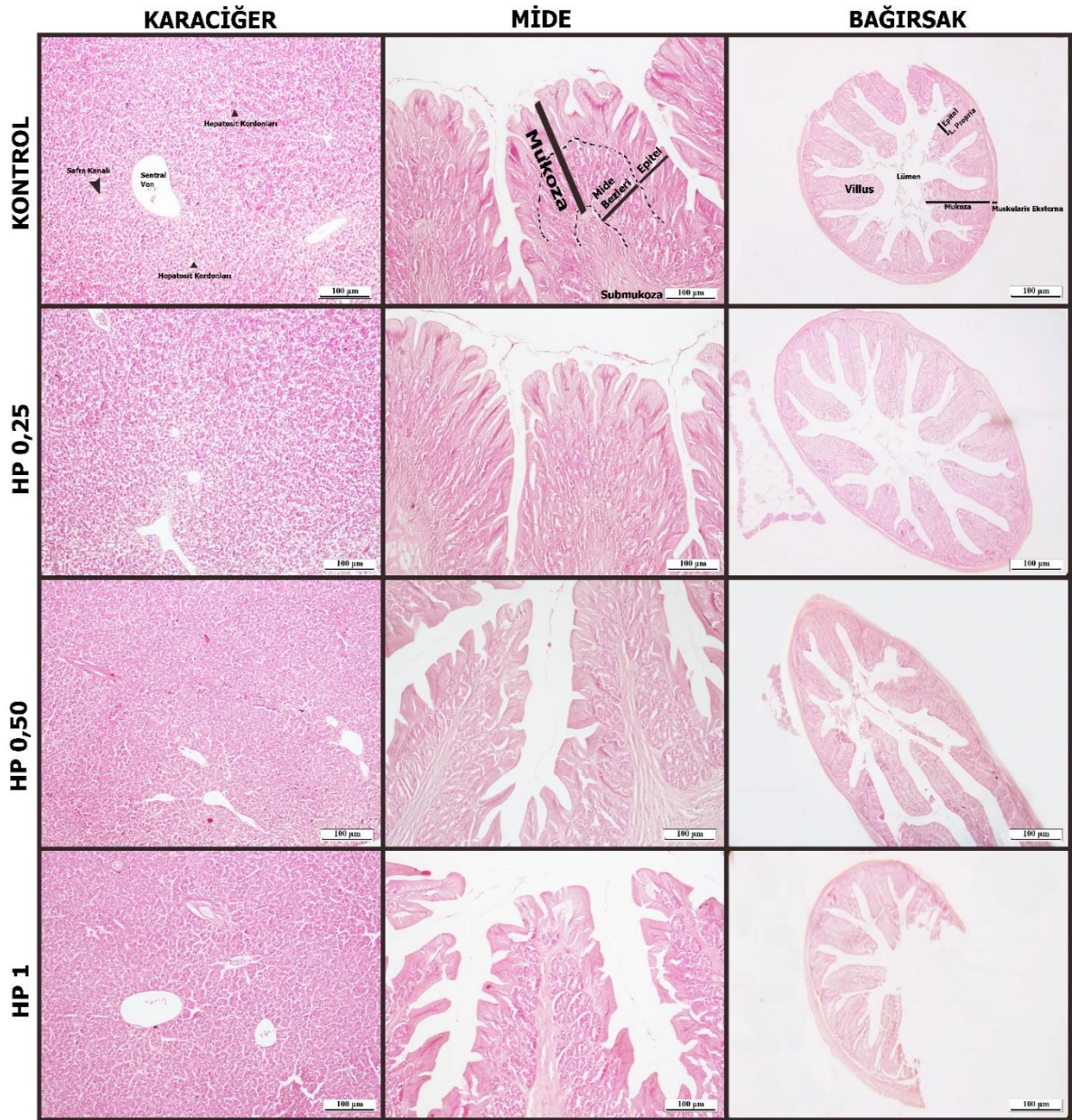
## Gökkuşağı Alabalıklarındaki Histopatolojik Bulgular

Gökkuşağı alabalığı, karaciğer, mide ve bağırsak dokularında yapılan histopatolojik incelemeye göre; Kontrol grubunda, sağlıklı görünümlü karaciğer merkezi vena etrafında hepatosit kordonları izlenmiştir. Hepatosit hücreleri sağlıklı görünümde olduğu görülmüştür. Sinüzoidal aralıklar içinde herhangi bir genişleme ya da daralma bulgusuna rastlanmamıştır. Mide dokusuna bakıldığında mide mukozasında mide bezleri ve basit silindirik epitel gözlenmiştir. Mukoza altında submukoza izlenmiştir. Yapılan incelemede mide dokusunda herhangi bir patoloji izlenmemiştir. Bağırsak dokusuna mikroskopik olarak baktığımızda ise bağırsak duvarından lümeneye uzanan villus yapıları izlenmiştir. Villus yapılarına daha ayrıntılı baktığımızda ise çizgili kenarlı epitelyum ve hemen altında gevşek bağ doku (*L. propria*) izlenmiştir. En dışta ise bağırsak duvarını kuşak şeklinde saran *Muskularis eksterna* tabakası izlenmiştir. Tüm bu alanların normal sağlıklı görünümde olduğu izlenmiştir (Şekil 18).

HR 0,25 grubunda kontrol grubuna benzer histolojik görünüm izlenmiştir. Herhangi bir patolojik bozukluk duruma rastlanılmamıştır (Şekil 18).

HR 0,50 grubunda karaciğer, mide ve bağırsak dokularında sağlıklı histolojik görünüm hâkimdir. Herhangi bir patolojik duruma rastlanmadı ve kontrol grubuna benzer bir görünüm izlenmiştir (Şekil 18).

HR 1 grubunda tüm dokularının histolojik görünümü sağlıklı gruba benzerdir. Tüm incelemelerde patolojik herhangi bir duruma rastlanmadı (Şekil 18).



**Şekil 18.** Yabani iğde yağı ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşacağı alabalıklarının karaciğer, mide ve barsaklarının histopatolojik değerlendirme sonuçları

## Tartışma

Dünyada aşırı - bilinçsiz avcılık ve kirlilik sebebiyle avlanan su ürünleri üretimi her geçen yıl azalmaktadır. Doğal balık stoklarının azalması, ekonomik ve kaliteli protein ihtiyacının karşılanmasında su ürünleri yetiştiriciliğinin önemini arttırmaktadır. Son yıllarda dünyada avcılık ile su ürünleri üretimi önemli bir artış göstermezken, yetiştiricilik yoluyla yapılan su ürünleri üretiminde önemli oranda artış olduğu görülmektedir (FAO., 2021). Dünya denizlerinde 2016 yılında avcılık yolu ile elde edilen su ürünleri miktarı 89 milyon ton iken, 2020 yılında sadece 90 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bu rakamlar avcılık miktarının yıllar içerisinde yatay bir seyir izlediğini göstermektedir. Öte yandan 2016 yılında 76 milyon ton olan yetiştiricilik üretim miktarı, 2020'de 88 milyon tona ulaşarak, yükselen bir ivme göstermiştir. Sürdürülebilir bir balıkçılık için su ürünleri yetiştiriciliğinin dünya çapında giderek artan önemi yıldan yıla artan üretim miktarlarından görülmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliği, Gıda ve Tarım Örgütü FAO raporlarına göre dünyada en hızlı gelişen ve büyüyen gıda üretim sektörü olarak belirlenmiştir (FAO., 2014, 2021; Lopes-Lima vd., 2021). İç sularda alabalıklar ise yüksek kaliteli protein ve yağ asidi içeriği bakımından en çok tercih edilen balık türleri arasındadır (Rodriguez-Estrada vd., 2013; Arslan vd., 2018).

Son yıllarda bitkisel yağların yem katkısı olarak kullanımı popüler hale gelmiştir. Günümüzde alabalık yetiştiriciliğindeki temel hedef su sıcaklığı, pH ve oksijen gibi değerleri optimum seviyelerde tutarak standart yemlere yem katkı maddeleri ekleme suretiyle büyümenin oranının artırılması, yem değerlendirme oranı artırılması, fileto verimliliği ile kalitesinin artması ve bunlarla beraber hastalıklara karşı güçlü bir bağışıklık sağlanması gibi büyüme performans verilerini artırmaktır (Kassahn vd., 2009). Bu bağlamda son zamanlarda pek çok çalışma ile bilhassa bitkisel tohumlardan ya da içeriğinde yağları barındıran tıbbi meyve veya meyvelerin yağları standart yemlere eklenmek suretiyle yapılmaktadır (Sönmez vd., 2015; Lakwani vd., 2022). Özellikle yemin içerik (protein, yağ, vitamin ve mineral içeriği) kalitesinin belirlenmesi, yetiştiriciliği yapılacak tür açısından oldukça önemlidir. Balıkların sağlıklı büyümesi için tükettikleri yemlerin özellikle lipid ve protein kaynaklarının balıklar için uygun olması gerekmektedir (Jobling vd., 1995). Bu tez çalışmasında, yabani iğde yağının gökkuşağı alabalıklarında kullanımı ile hastalıklara karşı dirençli, yüksek protein ve yağ asidi içeriğine sahip ve pazar boyuna erken ulaşacak ya da planlanan süre içerisinde daha iyi canlı ağırlık kazancı elde edilmesine imkan verecek aynı zamanda alabalık üretim maliyetlerini düşürecek doğal bir yem katkı maddesi eldesi için çalışılmıştır. Bu kapsamda yabani iğdenin alabalık yetiştiriciliğinde yem katkı maddesi olabilirliği incelenmiştir.

Son yıllarda alabalık türlerinin beslenmesi ile ilgili yapılan araştırmaların önemli bir kısmını balık yemlerine eklenen bitkisel ekstratlar ile balıkların büyüme performansına ve vücut kompozisyonuna destekleyici etkisi ile ilgili konular oluşturmaktadır. Yabani iğde yağının gökkuşaağı alabalığı yemlerinde kullanımı, büyüme ve gelişme parametreleri üzerine etkisi hakkında da şimdiye kadar yayımlanmış bir çalışma bulunmamıştır. Bu çalışmada deneme gruplarına içeriğinde zengin yağ asidi ve protein içeriği barındıran HR yağı katılmış yemler ile 45 günlük yemleme yapılmıştır. Çalışma sonunda gökkuşaağı alabalığı yemlerine HR yağı ilave edilmesi kontrol gruplarına göre bilhassa %0,5 ve % 1 HR eklenmiş yemlerle beslenen balık gruplarında SBO, Canlı ağırlık kazancı ve yem değerlendirme oranında istatistiksel olarak anlamlılık olduğu tespit edilmiştir ( $P>0,05$ ). Daha önce yapılan çalışmalarda da balık yemlerine eklenen ekstratların benzer şekilde büyüme etkisini olduğu bazı çalışmalarda gösterilmiştir. Bizim çalışmamız da literatürdeki diğer balık yemlerine eklenen yağ katkıları ile yapılan besleme çalışmalarıyla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir (Zheng vd., 2009; Sari ve Ustuner., 2018; Koskela vd., 2021). Çalışmamızın diğer çalışmalardan ayıran en önemli özelliği 45 günlük bir besleme sonunda kontrol grubuna göre yaklaşık %1'lik HR grubunda % 20 'ye varan bir büyümenin elde edilmesidir. Diğer çalışma bulguları ile kıyaslandığında neredeyse en yüksek düzeyde büyüme bu grupta elde edilmiştir (Zheng vd., 2009; Lakwani vd., 2022). Literatürdeki diğer çalışmalardaki bulguların bizim büyüme bulgularının çok altında kaldığı görülmüştür. Bunun sebebini ise HR yağ ekstratı içerisindeki zengin yağ asidi, protein içeriği ve içeriğindeki immünostimulan bağışıklığı destekleyen C vitamin vb gibi maddelerin etkisinden kaynaklanmış olabilir (Zielińska ve Nowak., 2017). Aynı zamanda HR'den elde edilen ekstrat yağının beslemede kullanımının immünostimulan olarak olumlu etkilerinin olabileceği bildirilmiştir (Wang ve ark., 2015). Balıkların büyüme parametrelerini de olumlu yönde etkilemesi şaşırtıcı bir sonuç olmasa gerektir (Immanuel vd., 2009; Gültepe vd., 2014).

Düğenci, 2003 gökkuşaağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) ile yaptığı bir besleme çalışmasında yeme ilave edilen %1 oranındaki ısırgan otu (*Urtica dioica*) ve ökse otu (*Viscum album*) ekstratlarının SBO ticari rasyonla beslenen kontrol grubuna göre önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir (Düğenci vd., 2003). Turpgiller ailesinin bir türü olan maça turpundan (*Lepidium meyenii*) elde edilen ekstrakt ile gökkuşaağı alabalığı üzerinde yapılan bir araştırma sonucunda ekstraksiyon yöntemi gözetmeksizin maça turpu ekstratı eklenmiş yemlerle beslenen alabalıkların kontrol yemiyle beslenenlere nazaran yem değerlendirme oranında düşme ve spesifik büyüme oranlarında artış olduğu gözlenmiştir (Lee vd., 2005; Arslan vd., 2008; Immanuel vd., 2009). Diğer bir çalışmada benzer şekilde %1 oranında kekik yağı (*Thymus vulgaris*) ilavesi yem değerlendirme oranının artırdığı ifade edilmiştir (Sari ve Ustuner., 2018). Bizim çalışmamızdan elde edilen büyüme sonuçları yapılan yukarıda

bahsedilen diğer çalışmaların sonuçlarından benzer büyüklükteki gökkuşağı alabalıklarının daha iyi büyüme performansı sonuçlarına ulaştırdığı görülmüştür.

Çalışmamızda beslenme sonucu elde edilen filetolarda renk analizi yapılmıştır. Sancez, 2020 yılında yaptığı çalışmada alabalıkların karetenoid açısından zengin arı ürünleriyle beslendiğinde fileto renklerindeki değişimin kaynağı olarak karetenoidleri göstermişlerdir (Torres Sánchez vd., 2020). Bizim çalışmamızda da kontrol grubuna göre %0,5 ve %1 gruplarında kontrol grubuna göre fileto renginde anlamlı olduğu belirlenmiştir ( $P>0,05$ ). Bu değişikliğin sebebi HR içerisinde bol miktarda bulunan karetenoidlerden kaynaklanmış olabilir. Sancez ve arkadaşlarını yaptığı çalışmadada renkteki değişimin kaynağı olarak karetenoidleri göstermişlerdir. Bu çalışma Sancez ve arkadaşlarının çalışmalarına paralellik göstermektedir. Aynı zamanda bu renk değişiminin balığın pazarlamasında ve lezzet kalitesinde de etkili olabileceğini düşünüyoruz (Rounds vd., 1992; Sánchez vd., 2020).

HR ilave edilmiş yağlarla beslenen balıkların proksimate analizlerinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. Sadece kuru madde miktarında HR %1 ilave edilmiş grupta kontrole göre daha az kuru madde miktarı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar HR'nin kontrol grubuna kıyasla yeme olumsuz etkilerinin olmadığını hatta kuru madde verileri üzerinden koruyucu etki ettiğini söyleyebiliriz.

Balıklarda büyüme parametrelerini artırması için yemlerin, yetiştirilen türün ihtiyacı olan protein / enerji oranında hazırlanması oldukça önemli bir husustur. Yapılan çalışmalarda farklı hammaddeler kullanılsa dahi türün ihtiyacı olan sindirilebilir protein enerji oranının sağlanması halinde birim yem başına düşen ağırlık kazanımının yüksek seviyede olabileceği bilinmektedir (Sitjà-Bobadilla vd., 2005; Palmegiano vd., 2006; Lim ve Lee., 2009). HR yağı ekstresi ise; antioksidanlar, yağ asitleri gibi maddelerin yanı sıra protein açısından da çok zengin bir içeriğe sahiptir (Criste vd., 2020). Sahip olduğu protein ve aminoasit ve diğer şeker asitleriyle daha önceki literatüre uygun olarak standart yemden sindirilebilir protein enerji oranını sağlayarak daha fazla faydalanmış olabilir (Ciesarová vd., 2020). Ayrıca yabani iğde yağında bulunan proanthocyanidinler gibi proteinler sindirim enzimleri ile etkileşimleri bağışıklık parametrelerinde ve hücresel seviyede koruyucu etki göstermiş ve protein sindirilebilirliğini ve fenolik biyoyararlanımı artırmış olabilir (Arimboor ve Arumughan., 2011).

Deneme sonunda yapılan analiz sonuçları incelendiğinde balıklara ait fileto numunelerinin toplam yağ asit içeriğinde bazı yağ asitlerinde kontrole göre (16:1, 18:0, 20:2n-6, 20:5n-3,  $\Sigma$ MUFA) istatistiki olarak anlamlı farkın olduğu tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerinden 16:1 olan yağ asiti Omega 7 yağ asidi olarak bilinen Palmitoleik asittir. Doğada

omega 7 içeriği bakımından en zengin bitki yabani iğdedir (Zielińska ve Nowak., 2017). Omega 7 özellikle cild üzerine kozmetik ve yara iyileştirmede kullanılan çok önemli bir yağ asidi olmasının yanı sıra aynı zamanda mide ve gastrointestinal sistem üzerinede son derece koruyucu etkileri ile sürekli HR bitkisinin tıpta kullanımını sağlamaktadır. Bu bitkideki yüksek omega 7 içeriğinin balıkların fileto yağ asitlerinde gözükmeye de şaşırtıcı değildir. Omega 7 içeriğine sahip HP kullanımının aynı zamanda bağışıklık sistemi üzerinede koruyucu etkileri pek çok çalışmada bildirilmiştir (Yang ve Kallio., 2001; Ma vd., 2022). Bizim çalışma elde ettiğimiz sonuçlarda bu çalışmalarla benzer bulunmuştur.

Balıkların biyokimyasal enerji süreçlerinin fizyolojik olarak sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için; yağ, protein ve karbonhidratları enerji olarak dengeli bir şekilde kullanırlar (Lovell., 1989). Bitkisel besin takviyeleri ile temel vitamin, mineral ve önemli besin maddeleri ve antioksidan içeriğe sahip pek çok molekül alınmaktadır. Besin takviyeleriyle alınan bu moleküller öncelikli olarak organizmada sindirim sıvılarının salgılanmasını etkileyebilir ve balıklar gibi canlılarda yem alımını artırabilmektedirler. Sindirim enzimleri, mukus ve safra gibi sindirim salgılarının uyarılmasında yem katkı maddelerinin önemli bir etkisi olduğu kabul görmektedir (Yüngül ve Özdemir., 2017). Alabalıklar üzerine yapılan bir çalışmada balıkları kontrol, 10 g/kg sarımsak tozu, 10 g/kg zencefil tozu ve 15 g/kg LPS tozu eklenmiş yemlerle beslemişlerdir, Sarımsağın pepsin aktivitesini LPS ve zencefile göre daha fazla arttırdığını, asit proteaz aktivitesinin LPS ve sarımsağın önemli derecede arttırdığını, tripsin aktivitesinde tüm gruplar arasında önemli bir fark bulunamadığı gösterilmiştir (Nya ve Austin., 2011).

Awad, 2012 yaptığı çalışmada ticari yem ile beslenen grup ile karşılaştırıldığında iki ay boyunca %1 ve % 2 oranında lupin (*Lupinus polyphyllus*), ısırgan otu (*Urtica dioica*) ve mango (*Mangifera indica* L.) ile alabalıkları beslendikten sonra gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) 'nın pepsin aktivitesinde önemli bir artış olduğu belirtilmiştir (P<0,05). Amilaz ve lipaz aktivitesi açısından balıkların midelerinde ve bağırsaklarında kontrol ve uygulama grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Awad vd., 2012).

Yapılan bir çalışmada sarımsabır (*Aloe vera*) tozunun juvenil tilapia (*Oreochromis niloticus*)'nın sindirim enzimleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacıların çalışmasında tilapialar 60 gün boyunca %0,5, 1, 2 ve 4 oranında Aloe vera tozu içeren yemlerle beslenmiş, Aloe vera ilavesinin balıklarında karbonhidrat, protein ve yağ sindirimini destekleyecek olduğu kanaatine varılmıştır (Gabriel vd., 2017).

Gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nın siyah hardal tohumu (*Sinapis nigra*) yağının sindirim enzimleri üzerine etkilerine bakılan bir çalışmada 60.gün itibariyle alınan mide ve bağırsak dokularında kontrol grubuna göre pepsin, alilaz, tripsin ve lipaz enzim

aktivitelerinde bilhassa %2'lik siyah hardal tohumu tohumu yağı ile beslenen balıklar da değişikliklerin olduğu vurgulanmıştır (Lakwani vd., 2022).

Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde; yetiştiricilikte kullanılan yeme eklenen katkı maddeleri veya yeni hammaddelerin içeriğine, yetiştiricilik yapılan koşullara, balıkların türüne, yetiştiricilik yapılan koşullara ve balıkların büyüme dönemlerine göre sindirim enzim aktivitelerini etkileyebilme özelliklerinin olabileceği böylece yem alımını arttırdıkları bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda eklediğimiz HP yağı ise içeriğinde barındırdığı 190'dan fazla biyoaktif madde özellikle barındırdığı omega-7 yağ asidiyle sindirim enzimlerini daha verimli bir şekilde çalışmasını düzenleyerek sindirim ve emilimde yemden maksimum oranda fayda ettiğini düşünüyoruz (Ciesarová ve ark., 2020). Özellikle yağ oranınının yüksek olduğu % 0,5 ve % 1 gruplarında sindirim enzim aktivitelerinin kontrol grubuna göre olumlu yönde değişmesi literatürde bildirilenlerle benzerlik gösterdiği bulunmuştur (Hansen ve Hemre., 2013). Aynı zamanda balıklarda gözlemlediğimiz aktif yem alımı ve yem değerlendirme oranının yüksek bulunmasını, yabani iğde yağı içeriğinin aktif bileşenlerinin sindirim enzimlerini aktif hale getirdiğini ve emilimi arttırmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Bitkilerin ve bileşenlerinin içerisinde bulundukları antioksidan polifenolik bileşiklerin beslenme yoluyla metabolizmaya alınması birçok sistemi olumlu yönde etkilemektedir. Bitki içeriğindeki zengin fitokimyasal içeriklerin tüketimi serbest radikallerin uzaklaştırılması, oksidan enzimleri inhibe etmesi, serbest radikallerin uzaklaştırılması, dolaşımı hızlandırması, endojen antioksidan enzimlerin uyarılması, kardiyovasküler ve sinir sistemi koruması ve sindirim ve bağışıklık sistemlerini koruyucu etkileri de olduğu bildirilmiştir (Han vd., 2007). Bağışıklık sistemi hücreyi; bakteriler, mantarlar, virüsler, parazitler gibi pek çok patojenik organizmadan koruyan kompleks bir savunma sistemidir. Sağlıklı bir büyüme ve yaşam sürdürmek için güçlü ve aktif bir bağışıklık sistemi gereklidir. Aktif ve güçlü bir bağışıklık sistemi için yeterli beslenme tüm hücrelerin en iyi şekilde çalışması için olmaz ise olmazdır (Lakwani vd., 2022)

Hücrede serbest radikalleri de içeren her türlü hasara karşı enzimatik ve enzimatik olmayan karmaşık bir savunma sistemi vardır. Antioksidan savunma sistemi denilen bu sistem hücreler üzerinde zararlı etkileri olan serbest radikalleri antioksidan mekanizmalar ile bertaraf eder. Hücredeki serbest radikallere karşı savunmada SOD, CAT ve glutatyon peroksidaz temel enzimleri oluştururken, GSH ise bu sistemin rejenerasyonu için gereken indirgeyici güç için aracılık eder. NADPH aracılığıyla serbest radikaller elimine edilmeye çalışılır. Serbest radikaller hücrenin devamlılığı için enerji üretiminde temel organel olan mitokondriyel enerji üretiminde sızma şeklinde oluşabilmektedir. Hücredeki serbest radikallerin fizyolojik olarak

üretilmesinin yanı sıra stres durumlarında da birikimi oksidatif strese ve hücrel hasara neden olur. Artan oksidatif stres ile birlikte serbest radikallerin hücre membranına etki etmesiyle lipid hasarına bağlı olarak MDA adlı son üründe oksidatif stresin bir belirteci olarak değerlendirilir. Bu yüzden deneysel çalışmalarda oksidatif stresin belirlenmesi ve takibinde SOD, GSH, CAT ve MDA gibi parametrelerin vücut dokularında özellikle karaciğerde belirlenmesi tercih edilmektedir (Fıloğh vd., 2019).

Çeşitli bitki ve bitki ekstraksiyonlarıyla yapılan pekçok çalışmada alabalıkların büyüme performansı, oksidatif stres ve bağışıklık sistemi üzerine bitkilerin içeriğinde bağlı olarak oksidatif stres parametresi ve bağışıklık sistem parametrelerini (NBT gibi) koruyucu yönde düzenlediği bildirilmiştir (Dorucu vd., 2009; Daw Amhamed vd., 2018; Bilen vd., 2020; Elbesthi vd., 2020; Amoush vd., 2022). Bizim çalışmamızda kan bağışıklık parametreleri ve karaciğer oksidatif stres parametrelerine bakıldığında kontrol grubuna göre HR 0,5 ve HR 1 gruplarında bağışıklık enzim aktiviteleri olan NBT, lizozim ve MPO, ayrıca karaciğer SOD, GSH, MDA ve CAT yönünden istatistiksel bir farklılık belirlenmiştir. Yabani iğde yağının içerisinde barındırdığı immün sistemi güçlendirici moleküllerin, immün sistem hücrelerinin özel reseptörlerini vasıtasıyla aktive ederek, bağışıklığı uyarıcı ve güçlendirici gösterdiğinden kaynaklanmış olabilir. Yine yabani iğde yağı içinde barındıran antioksidan moleküllerinde serbest radikallerin oluşmasını azaltmak vasıtasıyla oksidatif stres parametrelerinde koruyucu etki gösterdiğini düşünüyoruz. Daha önceki çalışmalarda HR'nin çok güçlü bir şekilde bağışıklık sistemi kuvvetlendirici etkisi olduğu yine aynı zamandan güçlü antioksidan moleküller barındırdığı bildirilmiştir. Bu kapsamda çalışmamızdaki bulgular literatür ile uygunluk göstermektedir (Criste vd., 2020).

Doğal besin maddeleri tüketimindeki tercihin en önemli nedeni mide bağırsak sistemine ve metabolizmaya barındırdığı şeker türevi maddeler ile patolojiye neden olmadan kalıntı bırakmaması ve zararlı maddelerin atılmalarını sağlamalarıdır. Yabani iğde meyveleri içeriğinde pekçok şeker asitleri ve şeker türevlerini içerir (Ma., vd 2022). Bu çalışma ile HR yağının alabalık yem rasyonuna katılması ile balıkların büyümesi üzerine etkileri ilk kez denenmiş ve histopatolojik olarak değerlendirilmiştir. Yabani iğde yağı ile beslenen balıklarda karaciğer ve GIS dokuları histopatolojik olarak incelendiğinde kontrol grubuna kıyasla diğer gruplarda histopatolojik olarak herhangi bir farklılığın olmaması HR'nin balık üzerine yabancı madde bırakmadığını, toksik herhangi bir yan etki göstermediğinin kanıtı olarak değerlendirilebilir. Toksik etki göstermemesinin yanı sıra balıkların büyüme performansındaki artışın nedeni olarak içeriğinde barındırdığı şeker türevleri aracılığıyla bağırsak mikrobiyotasına katkı gösterdiğini sindirim enzimlerinin daha etkin çalıştığını düşünüyoruz. Yabani iğdenin çok

eski yıllardan beri halk arasında kullanım alanlarından biri olan mide hasarlarının tedavisinde kullanıldığı gözönüne alınırsa HR'nin balıklar üzerine yan etkisinin olmaması, hatta balıklar üzerine modölatör etki gösterdiği bile söylenebilir (Suryakumar ve Gupta., 2011). GIS'deki histolojik bulgular, oksidatif stres bulguları, sindirim enzimleri ve bağışıklık parametrelerinin birbirleriyle uyumlu olmasının yanı sıra aynı zamandan büyüme oranlarındaki anlamlı farklılıklar yabani iğde yağını beslenmede alternatif bir yem katkısı olduğunu desteklemektedir.



## SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Önemli bir tıbbi bitki olan Yabani iğde (*Hippophae Rhamnoides* L.)'nin alabalık yetiştiriciliğinde balıkların büyüme performansı, ürün kalitesi, bağışıklık sistemini güçlendirmesi ve üretim maliyetlerini azaltması nedeniyle yetiştiricilikte ekonomik kazanç sağlayabileceği söylenebilir.

HR kozmetik, ilaç, tarım ve beslenme kullanımlarının yanı sıra su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılması HR'nin kültüre alınması ve üretimi için olumlu katkı sağlayacaktır.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde büyüme performansını artırmak için pek çok katkı maddesi ile pekçok formülasyon geliştirilmesine rağmen doğal bitkisel ekstraktlar ve yağların büyümeyi teşvik etmesi aynı zamanda güçlü bir bağışıklık oluşturması kritik öneme sahiptir.

Balıklardaki büyüme performanslarında dikkate değer artış bulunmasının, bizde protein sindiriminin yanı sıra HR'deki yüksek palmitoleik asit oranının da bunu olumlu yönde etkilediği kanatını oluşturmuştur. Bilindiği üzere balıklarda tekli doymamış yağ asitlerinin enerji dönüşümlerinde büyük rolü vardır. HR'de bol miktarda bulunan palmitoleik asitin balıklarda büyüme performansına katkı sağladığını düşünüyoruz.

Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliğinde rasyona özellikle % 0,5 ve %1 oranlarında HR ilavesinin büyüme ile ilgili olarak olumlu sonuçlar ortaya çıkardığı belirlenmiştir. HR yada HR gibi zengin içeriğe sahip diğer doğal bitkilerden elde edilecek ekstraktlarda farklı balık türlerinde kullanılıp kullanılmayacağına ya da farklı büyüme dönemlerinde etkilerine yapılacak yeni çalışmalarla değerlendirilebilir. Su ürünleri üretiminde kullanılabilecek yeni alternatif doğal katkı maddelerinin yapılacak olan çalışmalarla araştırılmasının faydalı olacağı kanaatindeyiz.

Elde edilen sonuçlar ışığında yapılacak yeni çalışmalar ile yabani iğdeden elde edilen farklı ekstraktların ticari yem yapımında eklenmesiyle hem gökkuşuğu alabalıkları üzerine hem de yetiştiricilikte kullanılan diğer balık türlerin büyüme performansı üzerine etkinliği test edilebilir. Ayrıca yabani iğde yağının etkinliği yavru dönemindeki balıkların büyümesi üzerinede etkinliği denenebilir.

## KAYNAKLAR

- Aebi, H., 1984. Catalase in Vitro, *Methods in Enzymology*, 105(C), 121–126.
- Ahmad, M. H. ve Abdel-Tawwab, M., 2011. The use of caraway seed meal as a feed additive in fish diets: Growth performance, feed utilization, and whole-body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings, *Aquaculture*, 314, 110-114.
- Aksak Karamese, S., Toktay, E., Unal, D., Selli, J., Karamese, M. ve Malkoc, I. 2015. “The protective effects of beta-carotene against ischemia/reperfusion injury in rat ovarian tissue”, *Acta Histochemica*, 117 (8), 790–797.
- Altinterim, B. 2019. Influence of macerated fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) oil added to trout feed at the different rates on the Feed Conversion Rate (FCR), body length, blood parameters and Nitroblue Tetrazolium (NBT) values of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walba, *Cellular and Molecular Biology*, 31 (65), 89-93.
- Amer, S., 2016. Effect of *Spirulina platensis* as feed supplement on growth performance, immune response and antioxidant status of mono-sex Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*), *Benha Veterinary Medical Journal*, 30 (1), 1-10.
- Amhamed, I. D. 2018. “Yemde sirken unu kullanımının (*Chenopodium album*) alabalıkların (*Oncorhynchus mykiss*) büyüme performansı, vücut kompozisyonu ve sindirim enzimlerine etkileri. Doktora Tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı, Kastamonu.”
- Amoush, O., 2014. Kiraz sapı ekstraktının gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) büyüme performansı, kan parametreleri, immun sistem ve antioksidan enzimleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği ABD, Kastamonu.
- Amoush, O., Bilen, S., Sönmez, A. Y. ve Elp, M. 2022. “Antioxidant and immunostimulant responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed with cherry stem extract”, *Aquaculture Research*, 53(2), 487–496.
- Arimboor, R. ve Arumughan, C. 2011. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) proanthocyanidins inhibit in vitro enzymatic hydrolysis of protein, *Journal of food science*, 76 (6), 56-62.
- Arslan, C., 2018. Yemde kırmızı pancar unu kullanımının (*Beta vulgaris* var. *Cruenta*) alabalıkların (*Oncorhynchus mykiss*) büyüme performansı, vücut kompozisyonu ve sindirim enzimleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Arslan, G., Sönmez, A. Y. ve Yank, T., 2018. Effects of grape *Vitis vinifera* seed oil supplementation on growth, survival, fatty acid profiles, antioxidant contents and blood parameters in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*, *Aquaculture Research*, 49(6), 2256–2266.
- Arslan, Gökhan, Sönmez, A. Y. ve Yank, T. 2018. Effects of grape *Vitis vinifera* seed oil supplementation on growth, survival, fatty acid profiles, antioxidant contents and blood parameters in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*, *Aquaculture Research*, 49(6), 2256–2266.
- Arslan, M., Rinchar, Jacques, Dabrowski, K. ve Portella, M. C., 2008. Effects of different dietary lipid sources on the survival, growth, and fatty acid composition of South American catfish, *Pseudoplatystoma fasciatum*, surubim, juveniles, *Journal of the World Aquaculture Society*, 39(1), 51–61.

- Atabay, A. 2015. Bitkisel katkı maddesi *artemisia vulgaris*' in gökkuşığı alabalıklarında (o. mykiss, walbaum) büyüme performansı ve antioksidan aktivite üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği ABD, Isparta.
- Atamanalp, M., 2000. "Bir Sentetik Piretroit İnsektisitinin Subletal Dozlarının Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W.,1792)'na Makroskopik, Histopatolojik, Hematolojik ve Biyokimyasal Etkileri.Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum."
- Awad, E., Austin, B. ve Lyndon, A., 2012. Effect of dietary supplements on digestive enzymes and growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum), *Journal of American Science*, 8 (12), 858-864.
- Awad, E., Austin, D. ve Lyndon, A. R., 2013. Effect of black cumin seed oil (*Nigella sativa*) and nettle extract (Quercetin) on enhancement of immunity in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), *Aquaculture*, 388, 193-197.
- Azab, A. M., Khalaf-Allah, H. M. M. ve Maher, H., 2016. Effect of some food additives on growth performance of koi fish, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758), *International Journal of Environmental Science and Engineering (IJESE)*, 7, 73-83.
- Bahi, A., Guardiola, F. A., Messina, C., Mahdhi, A., Cerezuela, R., Santulli, A., Bakhrouf, A. ve Esteban, M. A., 2017. Effects of dietary administration of fenugreek seeds, alone or in combination with probiotics, on growth performance parameters, humoral immune response and gene expression of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.)", *Fish and Shellfish Immunology*, 60, 50-58.
- Bekker, N. P. ve Glushenkova, A. I., 2001. Components of certain species of the elaeagnaceae family", *Chemistry of Natural Compounds*, 37(2), 97-116.
- Bektaş, Z. H., Savaşer, S., Akçimen, U., Ceylan, M., Yener, O. ve Bulut, C., 2019. Using of black cumin seed powder (*Nigella sativa*) as immunostimulant and growth promoter in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (walbaum), *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 19(12), 987-999
- Bilen, S., Altief, T. A. S., Özdemir, K. Y., Salem, M. O. A., Terzi, E. ve Güney, K., 2020. Effect of lemon balm (*Melissa officinalis*) extract on growth performance, digestive and antioxidant enzyme activities, and immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Fish Physiology and Biochemistry*, 46(1), 471-481.
- Bilen, S., Bilen, A. M. ve Önal, U., 2015. The effects of oxygen supplementation on growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in different stocking densities", *Iranian Journal of Fisheries Sciences*,14(3),538-545.
- Binaii, M., Ghiasi, M., Farabi, S. M. V., Pourgholam, R., Fazli, H., Safari, R., Alavi, S. E., Taghavi, M. J. ve Bankehsaz, Z., 2014. Biochemical and hemato-immunological parameters in juvenile beluga (*Huso huso*) following the diet supplemented with nettle (*Urtica dioica*), *Fish & shellfish immunology*, 36(1), 46-51.
- Bureau, D. P., 2001. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture, *Aquaculture Research*, 32(SUPPL. 1), 349-360.
- Çelikçi, B., Anıl Uğan, R., Toktay, E., 2021. Sıçanlarda letrozolün indüklediği polikistik over sendromunda fisetinin etkileri, *Cukurova Medical Journal*, 46(2), 508-515.
- Ceppa, F., Faccenda, F., De Filippo, C., Albanese, D., Pindo, M., Martelli, R., Marconi, P., Lunelli, F., Fava, F. ve Parisi, G., 2018. Influence of essential oils in diet and life-stage on gut microbiota and fillet quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 69(3), 318-333.

- Ciesarová, Z., Murkovic, M., Cejpek, K., Kreps, F., Tobolkov, B., Koplk, R., Belajov, E., Kukurov, K., Dařko, L., Panovsk, Z., Revenco, D. ve Burov, Z. 2020. Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) so exceptional? A review, *Food Research International*, 133, 1-12.
- ilingir, ., 2017. Gökkuşağı alabalığı (*oncorhynchus mykiss*) yemlerine farklı oranlarda ilave edilen kantaron yağının (*hypericum perforatum*) büyüme performans, bazı çevresel stres parametreleri ve antioksidan aktivitesi üzerine etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su rnleri Fakültesi, Su rnleri Yetiştiriciliği Bölümü,Isparta.
- Criste, A., Urcan, A. C., Bunea, A., Furtuna, F. R. P., Olah, N. K., Madden, R. H. ve Corcionivoschi, N., 2020. Phytochemical Composition and Biological Activity of Berries and Leaves from Four Romanian Sea Buckthorn (*Hippophae Rhamnoides* L.) Varieties, *Molecules*, 25(5) 1-10.
- Damien Dorman, H. J., Deans, S. G., Noble, R. C. ve Surai, P., 1995. Evaluation in vitro of plant essential oils as natural antioxidants, *Journal of Essential Oil Research*, 7(6), 645–651.
- Dauda, A. B., Ajadi, A., Tola-Fabunmi, A. S. ve Akinwole, A. O., 2019. Waste production in aquaculture: Sources, components and managements in different culture systems, *Aquaculture and Fisheries*, 4(3), 81–88.
- Daw Amhamed, I., Mohamed, G. A., Almabrok, A. A., Abdalsalam, T., Altief, S. ve Bilen, S., 2018. Efficacy of Dietary *Chenopodium album* Extract on Some Health Parameters, Digestive Enzymes and Growth Performance in Juvenile *Cyprinus carpio*, *Alinteri J. of Agr. Sci*, 33(2), 165–176.
- Diler, O., Gormez, O., Diler, I. ve Metin, S., 2017. Effect of oregano (*Origanum onites* L.) essential oil on growth, lysozyme and antioxidant activity and resistance against *Lactococcus garvieae* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), *Aquaculture Nutrition*, 23(4) 844-851.
- Dorucu, M., Ispir, U., Colak, S., Altinterim, B. ve Celayir, Y., 2009. The Effect of Black Cumin Seeds, *Nigella sativa*, on the Immune Response of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, *Mediterranean Aquaculture Journal*, 2(1) 27-33.
- Dgenci, K.S. ve Candan A., 2003. Gkkuşağı Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) Bazı İmmunostimulanların Spesifik Olmayan Bağışıklık Sistemi zerine Etkisi., *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, 27, 1253–1260.
- Dgenci, S. K., Arda, N. ve Candan, A., 2003. Some medicinal plants as immunostimulant for fish, *Journal of Ethnopharmacology*, 88(1), 99–106.
- Elbeshti, R. taher A., 2018. Ekstrakte edilmiş damarlıca'nın (*plantago lanceolata* l.) Gökkuşağı alabalıklarında (*oncorhynchus mykiss* w.) Büyüme performans, kan parametreleri, Bağışıklık sistemi ve antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su rnleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı, Kastamonu.
- Elbesthi, R. T. A., zdemir, K. Y., Taştan, Y., Bilen, S. ve Sönmez, A. Y., 2020. Effects of ribwort plantain (*Plantago lanceolata*) extract on blood parameters, immune response, antioxidant enzyme activities, and growth performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Fish Physiology and Biochemistry*, 46(4) 1295-1307.
- Ellis, A. E. (1990) *Techniques in fish immunology*.
- Ergül, S. N., 2018. Gökkuşağı alabalığı (*oncorhynchus mykiss*) yemlerine farklı oranlarda kekik (*origanum onites*) ekstraktı ilavesinin büyüme performans, deri histolojisi, bağırsak

- histolojisi ve mikroflorası üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Yönetimi Ana Bilim Dalı, Isparta.
- FAO., 2014. Food and agriculture organisation (FAO). The state of the world fisheries and aquaculture.
- FAO., 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome”.
- Filogh, A. M. O., 2019. Şahtere otunun gökkuşağı alabalığının (*oncorhynchus mykiss*) büyüme performansı, kan parametreleri, immün sistem ve filogh enzimleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Folch, J., Lees, M. ve Sloane Stanley, G. H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues., *The Journal of biological chemistry*, 226(1), 497–509.
- Gaballah, M. S. M., 2019. Hurma (*phoenix dactylifera l.*) çekirdeği esansiyel yağının gökkuşağı alabalığında (*oncorhynchus mykiss*) büyüme performansı ve bağışıklık sistemi üzerine etkileri. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Genetik ve Biyomühendislik A.D. Kastamonu.
- Gabriel, N. N., Qiang, J., Ma, X. Y., Xu, P. ve Nakwaya, D. N., 2017. Effects of dietary Aloe vera crude extracts on digestive enzyme activities and muscle proximate composition of GIFT tilapia juveniles, *South African Journal of Animal Sciences*, 49(6) 1-8.
- Goddard, S., 1996. Feeding, Temperature, and Water Quality, *Feed Management in Intensive Aquaculture*, 51–74.
- Gökalp, H. Y., 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi. <https://www.nadirkitap.com/bitkisel-yag-teknolojisi-husnu-yusuf-gokalp-sebahattin-nas-kitap9818997.html> (Erişim: 25 Ekim 2022).
- Gültepe, N., Acar, Ü., Sabri Kesbiç, O., Yılmaz, S., Yildirim, Ö. ve Türker, A., 2014. Effects of dietary tribulus terrestris extract supplementation on growth, feed utilization, hematological, immunological, and biochemical variables of nile tilapia *Oreochromis niloticus*, *Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, 66.
- Han, X., Shen, T. ve Lou, H., 2007. Dietary Polyphenols and Their Biological Significance, *International Journal of Molecular Sciences*, 8(9), 950.
- Hansen, A. C. ve Hemre, G. I., 2013. Effects of replacing fish meal and oil with plant resources in on-growing diets for Atlantic cod *Gadus morhua L.*, *Aquaculture Nutrition*, 19(5) 641-650.
- Hernández, A., García García, B., Caballero, M. J. ve Hernández, M. D., 2016. The inclusion of thyme essential oil in the feed of gilthead seabream (*Sparus aurata*) promotes changes in the frequency of lymphocyte aggregates in gut-associated lymphoid tissue, *Aquaculture Research*, 47, 3341-3345.
- Hunt, R. W. G., 1977. The Specification of Colour Appearance. I. Concepts and Terms, *Color Research & Application*, 2(2), 55–68.
- Immanuel, G., Uma, R. P., Iyapparaj, P., Citarasu, T., Punitha Peter, S. M., Michael Babu, M. ve Palavesam, A., 2009. Dietary medicinal plant extracts improve growth, immune activity and survival of tilapia *oreochromis mossambicus*, *Journal of Fish Biology*, 74(7) 1462-1475.
- ISUB., 2014. İzmir Su Ürünleri Üreticileri Birliği. [www.isub.org.tr/.../rapor\\_suurunliverkulturbalikkiligiileilgilirevize\\_3eylul2014.pdf](http://www.isub.org.tr/.../rapor_suurunliverkulturbalikkiligiileilgilirevize_3eylul2014.pdf).
- Jobling, M., Arnesen, A. M., Baardvik, B. M., Christiansen, J. S. ve Jørgensen, E. H., 1995.

- Monitoring feeding behaviour and food intake: methods and applications, *Aquaculture Nutrition*, 1(3), 131–143.
- Kassahn, K. S., Crozier, R. H., Pörtner, H. O. ve Caley, M. J. 2009. Animal performance and stress: Responses and tolerance limits at different levels of biological organisation, *Biological Reviews*, 84(2), 277–292.
- Keleştemur, G. T. ve Özdemir, Y., 2013. Effects of dietary vitamin A and E on growth performance and antioxidant status in blood of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) exposed to flow rate stress, *Journal of Animal and Plant Sciences*, 23(3), 821–827.
- Kesbiç, O. S., 2016. Üzüm çekirdeği ekstraktının gökkuşuğu alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) büyüme performansı ve bazı bağışıklık sistemi parametreleri üzerine etkileri. Doktora Tezi, Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği A.D. Çanakkale.
- Khan, B. A., Akhtar, N. ve Mahmood, T., 2010. A comprehensive review of a magic plant, *Hippophae rhamnoides*, *Pharmacognosy Journal*, 2(16), 65–68.
- Koca, S. B. ve Cevikbas, M., 2015. Antifungal effect of *Origanum onites* essential oil as an alternative to formalin in the artificial incubation of narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823), *Aquaculture Research*, 46(9) 2204–2210.
- Koskela, J., Leskinen, H., Mattila, P., Airaksinen, S., Rinne, M., Pihlava, J. M. ve Pihlanto, A., 2021. The effect of gradual addition of camelina seeds in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on growth, feed efficiency and meat quality, *Aquaculture Research*, 52(10) 4681–4692.
- Kumar, A., Kumar, P., Sharma, A., Sharma, D. P. ve Thakur, M., 2022. Scientific insights to existing know-how, breeding, genetics, and biotechnological interventions pave the way for the adoption of high-value underutilized super fruit Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.), *South African Journal of Botany*, 145, 348–359.
- de l'Eclairage, C. I. E. C. I., 1978. International Commission on Illumination, Recommendations on uniform color spaces, Supplement No 2 to CIE Publication No 15, Colorimet.
- Lakwani, M. A. S., Osman, Kenanoğlu, N., Taştan, Y. ve Bilen, S., 2022. Effects of black mustard (*Brassica nigra*) seed oil on growth performance, digestive enzyme activities and immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture Research*, 53, 300–313.
- Lee, K. J., Dabrowski, K., Sandoval, M. ve Miller, M. J. S., 2005. Activity-guided fractionation of phytochemicals of maca meal, their antioxidant activities and effects on growth, feed utilization, and survival in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles, *Aquaculture*, 244, 293–301.
- Lim, S. J. ve Lee, K. J., 2009. Partial replacement of fish meal by cottonseed meal and soybean meal with iron and phytase supplementation for parrot fish *Oplegnathus fasciatus*, *Aquaculture*, 290, 283–289.
- Lopes-Lima, M., Gürlek, M. E., Kebapçı, Ü., Şereflişan, H., Yanık, T., Mirzajani, A., Neubert, E., Prié, V., Teixeira, A., Gomes-dos-Santos, A., Barros-García, D., Bolotov, I. N., Kondakov, A. V., Vikhrev, I. V., Tomilova, A. A., Özcan, T., Altun, A., Gonçalves, D. V., Bogan, A. E. ve Froufe, E., 2021. Diversity, biogeography, evolutionary relationships, and conservation of Eastern Mediterranean freshwater mussels (*Bivalvia: Unionidae*)", *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 163, 107261.
- Lovell, T. 1989 *Nutrition and Feeding of Fish*.

- Lugert, V., Thaller, G., Tetens, J., Schulz, C. ve Krieter, J., 2016. A review on fish growth calculation: Multiple functions in fish production and their specific application, *Reviews in Aquaculture*, 8(1), 30–42.
- Ma, X., Yang, W., Kallio, H. ve Yang, B., 2022. Health promoting properties and sensory characteristics of phytochemicals in berries and leaves of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*), *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(14), 3798–3816.
- Metcalfe, L. D. ve Schmitz, A. A. 1961. The Rapid Preparation of Fatty Acid Esters for Gas Chromatographic Analysis, *Analytical Chemistry*, 33(3), 363–364.
- Metwally, M. A. A. 2009. Effects of garlic (*Allium sativum*) on some antioxidant activities in tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*), *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 1(1), 56–64.
- Mocanu, M., Vanghelie, T., *Aquaculture, P. S.*, 2015. The effect of supplementary feeds quality on growth performance and production of common carp (*Cyprinus carpio* L.) at one summer of age, in ponds, *bioflux.com.ro*, 8.
- Nya, E. J. ve Austin, B., 2009. Use of dietary ginger, *Zingiber officinale* Roscoe, as an immunostimulant to control *Aeromonas hydrophila* infections in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), *Journal of Fish Diseases*, 32(11) 971-977.
- Nya, E. J. ve Austin, B., 2011. Development of immunity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) to *Aeromonas hydrophila* after the dietary application of garlic, *Fish and Shellfish Immunology*, 30 (3), 245-250.
- Nya, E.J. ve Austin, B., 2011. Dietary modulation of digestive enzymes by the administration of feed additives to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, *Aquaculture Nutrition*, 17(2).
- Ohkawa, H., Ohishi, N. ve Yagi, K., 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction, *Analytical Biochemistry*, 95(2), 351–358.
- Öz, M., 2013. Çörekotu (*nigella sativa*, l) yağının gökkuşacağı alabalığı (*oncorhynchus mykiss*)’nin büyüme performansı, besinsel içeriği ve raf ömrü üzerine etkisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü su ürünleri yetiştiricilik A.D. Adana.
- Öz, M. ve Dikel, S., 2022. Effect of garlic (*Allium sativum*) - supplemented diet on growth performance, body composition and fatty acid profile of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)”, *Cellular and molecular biology* (Noisy-le-Grand, France), 68(1), 217–225.
- Özdemir, K. Y., 2018. Kantaron (*hypericum perforatum*) ve hatmi çiçeği (*althaea officinalis*) sulu metanolik özütünün gökkuşacağı alabalığının (*oncorhynchus mykiss*) büyüme Performansı, sindirim enzimleri ve bazı bağışıklık parametreleri üzerine etkileri, Doktora Tezi, Kastamonu.
- Özşahinoğlu, I., 2010. Balık yağı yerine kısmi olarak kullanılan bitkisel yağ kaynaklarının deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*)’nin büyümesine ve yağ asit profili üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Adana.
- Palmegiano, G. B., Daprà, F., Forneris, G., Gai, F., Gasco, L., Guo, K., Peiretti, P. G., Sicuro, B. ve Zoccarato, I., 2006. Rice protein concentrate meal as a potential ingredient in practical diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)”, *Aquaculture*, 258(1) 357-363.
- Quade, M. J. ve Roth, J. A., 1997. A rapid, direct assay to measure degranulation of bovine neutrophil primary granules, *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 58(3–4), 239–248.
- Rodriguez-Estrada, U., Satoh, S., Haga, Y., Fushimi, H. ve Sweetman, J., 2013. Effects of

- inactivated enterococcus faecalis and mannan oligosaccharide and their combination on growth, immunity, and disease protection in rainbow trout, *North American Journal of Aquaculture*, 75(3), 416–428.
- Rounds, R. I. C., Glenn, C. L. ve Bush, A. O., 1992. Consumer Acceptance of Brown Trout (*Salmo trutta*) as an Alternative Species to Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*), *Journal of Food Science*, 57(3), 572–574.
- Şahan, A., Duman, S., Çolak, S. Ö., Çinar, E. ve Bilgin, R., 2017. Determination of some hematological and non-specific immune defences, oxidative stress and histopathological status in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed rosehip (*Rosa canina*) to *Yersinia ruckeri*, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17 91-100.
- Sari, A. B. ve Ustuner-Aydal, O., 2018. Antioxidant and immunostimulant effect of *Origanum minutiflorum* O. Schwarz et. P.H. Davis in rainbow trout., *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(2), 1013–1021.
- Sedlak, J. ve Lindsay, R. H., 1968. Estimation of total, protein-bound, and nonprotein sulfhydryl groups in tissue with Ellman's reagent, *Analytical Biochemistry*, 25(C), 192–205.
- Sheikhzadeh, N., Nofouzi, K., Delazar, A., Oushani, A. K., 2011. Immunomodulatory effects of decaffeinated green tea (*Camellia sinensis*) on the immune system of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Fish and Shellfish Immunology*, 31(6) 1268-1275.
- Sitjà-Bobadilla, A., Peña-Llopis, S., Gómez-Requeni, P., Médale, F., Kaushik, S. ve Pérez-Sánchez, J., 2005. Effect of fish meal replacement by plant protein sources on non-specific defence mechanisms and oxidative stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*), *Aquaculture*, 249, 387-400.
- Siwicki, A. K., Anderson, D. P. ve Rumsey, G. L., 1994. Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects non-specific immunity and protection against furunculosis, *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 41(1–2), 125–139.
- Sönmez, A. Y., Bilen, S., Alak, G., Hisar, O., Yanık, T. ve Biswas, G., 2015. Growth performance and antioxidant enzyme activities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles fed diets supplemented with sage, mint and thyme oils, *Fish Physiology and Biochemistry*, 21, 309-322.
- Sönmez, A. Y., Bilen, S., Albayrak, M., Yılmaz, S., Biswas, G., Hisar, O. ve Yanık, T., 2015. Effects of dietary supplementation of herbal oils containing 1,8-cineole, carvacrol or pulegone on growth performance, survival, fatty acid composition, and liver and kidney histology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings 1,8 Kinol, karvakrol, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15(4), 813–819.
- Sun, Y., Oberley, L. W. ve Li, Y., 1988. A simple method for clinical assay of superoxide dismutase, *Clinical Chemistry*, 34(3), 497–500.
- Suryakumar, G. ve Gupta, A., 2011. Medicinal and therapeutic potential of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.), *Journal of Ethnopharmacology*, 138(2) 268-278.
- Tafi, A. A., Meshkini, S., Tukmechi, A., Alishahi, M. ve Noori, F., 2018. Immunological and antistreptococcal effects of *salvia officinalis* and *aloe vera* extracts supplemented feed in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 24(3) 365-370.
- Tarım Orman Bakanlığı 2021. Tarım Orman Bakanlığı, <https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf>.
- TEPGE, 2022. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Su Ürünleri Raporu.

- Terzioğlu, S., 2012. Bazı tıbbi bitki türlerinin gökkuşaağı alabalıklarının (*oncorhynchus mykiss*, *walbaum*) spesifik olmayan bağışıklık sistemi ve büyüme Performansı üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Su ürünleri yetiştiriciliği anabilim dalı Isparta.”
- Toktay, E., Selli, J., Gurbuz, M. A., Tastan, T. B., Ugan, R. A., Un, H. ve Halici, Z., 2020. Effects of soy isoflavonoids (genistein and daidzein) on endometrial receptivity, *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 23(12) 1603-1609.
- Torres Sánchez, E. G., Fuenmayor, C. A., Vásquez Mejía, S. M., Díaz-Moreno, C. ve Suárez Mahecha, H., 2020. Effect of bee pollen extract as a source of natural carotenoids on the growth performance and pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, 514 1-12.
- Tüfekci, H., 2019. Gökkuşaağı alabalığı (*oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliğinde yeme nar kabuğu tozu (*punica granatum*) ilavesinin büyüme Performansı ve bazı kan parametreleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Su Yönetimi A.D. Isparta.”
- TÜİK 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2021-45745#:~:text=Su ürünleri avcılığı 2021 yılında,avcılığı %250%2C1 arttı>.
- Di Turi, L., Ragni, M., Jambrenghi, A. C., Lastilla, M., Vicenti, A., Colonna, M. A., Giannico, F. ve Vonghia, G., 2009. Effect of dietary rosemary oil on growth performance and flesh quality of farmed seabass (*Dicentrarchus labrax*), *Italian Journal of Animal Science*, 8, 12-19.
- Wang, H., Gao, T., Du, Y., Yang, H., Wei, L., Bi, H. ve Ni, W., 2015. Anticancer and immunostimulating activities of a novel homogalacturonan from *Hippophae rhamnoides* L. berry, *Carbohydrate Polymers*, 131, 288–296.
- White, P. G., 2013. Environmental consequences of poor feed quality and feed management”, *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 583*, 553–564.
- Xie, J., Liu, B., Zhou, Q., Su, Y., He, Y., Pan, L., Ge, X. ve Xu, P., 2008. Effects of anthraquinone extract from rhubarb *Rheum officinale* Bail on the crowding stress response and growth of common carp *Cyprinus carpio* var. Jian, *Aquaculture*, 281(1–4), 5–11.
- Yang, B. ve Kallio, H. P., 2001. Fatty acid composition of lipids in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries of different origins, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(4) 1939-1947.
- Yang, B., Karlsson, R. M., Oksman, P. H. ve Kallio, H. P., 2001. Phytosterols in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries: Identification and effects of different origins and harvesting times, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11) 5620-5629.
- Yılmaz, S. Ergün, S. Çelik, E.Ş., 2012. Effects of herbal supplements on growth performance of sea bass (*Dicentrarchus labrax*): Change in body composition and some blood parameters”, *J. BioSci. Biotech.*
- Yüngül, M. ve Özdemir, Y., 2017. Digestion in Fish, Digestive Enzymes and Secretions, *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 3(2), 20–32.
- Zheng, Z. L., Tan, J. Y. W., Liu, H. Y., Zhou, X. H., Xiang, X. ve Wang, K. Y., 2009. “Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*), *Aquaculture*, 292(3–4), 214–218.
- Zielińska, A. ve Nowak, I., 2017. Abundance of active ingredients in sea-buckthorn oil”, *Lipids in health and disease*, 16:95(1), 1–12.

## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
<b>Adı Soyadı:</b>	Hilal BAYIR
<b>Doğum tarihi:</b>	
<b>Doğum Yeri:</b>	
<b>Uyruğu:</b>	
<b>Adres:</b>	
<b>E-mail:</b>	
Eğitim	
<b>Lise:</b>	Sakarya
<b>Lisans:</b>	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü
<b>Yüksek lisans:</b>	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Dalı (2016)
Yabancı Dil Bilgisi	
<b>İngilizce:</b>	Orta
Yayımlar	
Bayır H, Arslan, M. Fatty Acid Content of Farmed Rainbow Trout: How Much Should We Consume for Enough EPA and DHA? Aquaculture Studies, 23(2), AQUAST986, <a href="http://doi.org/10.4194/AQUAST986">http://doi.org/10.4194/AQUAST986</a>	