

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YEMDE KIRMIZI PANCAR UNU KULLANIMININ (*Beta vulgaris*
VAR. cruenta) ALABALIKLARIN (*Onchorhynchus mykiss*)
BÜYÜME PERFORMANSI, VÜCUT KOMPOZİSYONU VE
SİNDİRİM ENZİMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Cemile ARSLAN

**Danışman
II. Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. Soner BİLEN
Prof. Dr. Derya GÜROY
Dr. Öğr. Üyesi Ertuğrul TERZİ
Dr. Öğr. Üyesi Ş. Şenol PARUĞ
Prof. Dr. Nadir BAŞÇINAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANA BİLİM DALI**

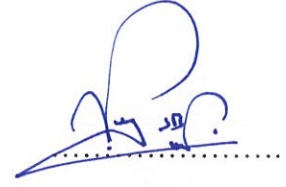
KASTAMONU – 2018

TEZ ONAYI

Cemile ARSLAN tarafından hazırlanan " Yemde Kırmızı Pancar Unu Kullanımının (*Beta vulgaris* Var. *cruenta*) Alabalıkların (*Onchorhynchus mykiss*) Büyüme Performansı, Vücut Kompozisyonu Ve Sindirim Enzimleri Üzerine Etkileri " adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Doç. Dr. Soner BİLEN
Kastamonu Üniversitesi



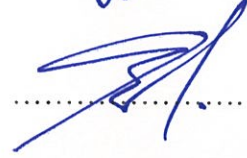
II. Danışman

Prof. Dr. Derya GÜROY
Yalova Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Nadir BAŞÇINAR
Karadeniz Teknik Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Ş. Şenol PARUĞ
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Ertuğrul TERZİ
Kastamonu Üniversitesi



11/06/2018

Enstitü Müdür V.

Doç. Dr. Mehmet Altan KURNAZ



TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.



Cemile ARSLAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YEMDE KIRMIZI PANCAR UNU KULLANIMININ (*Beta vulgaris* VAR. *cruenta*) ALABALIKLARIN (*Onchorhynchus mykiss*) BÜYÜME PERFORMANSI, VÜCUT KOMPOZİSYONU VE SİNDİRİM ENZİMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Cemile ARSLAN
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Soner BİLEN

II. Danışman: Prof. Dr. Derya GÜROY

Bu tez çalışmasında, düşük ve yüksek oranda balık unu içeren yemlere ilave edilen kırmızı pancarunun gökkuşağı alabalıklarının büyüme performansı, renklenmesi, sindirim ve bağışıklık sistemindeki enzim aktiviteleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla 4 farklı deneme yemi (Yüksek Balık Unu-YBU; Düşük Balık Unu-DBU; Yüksek Balık Unu ve % 8 kırmızı pancar unu-YBU-P; Düşük Balık Unu ve % 8 kırmızı pancar unu-DBU-P) oluşturulmuş ve balıklar bu yemlerle 45 gün boyunca beslenmişlerdir. Çalışma sonunda, YBU yemi ile beslenen balıkların son ortalama ağırlıkları (SOA) ve spesifik büyüme oranı (SBO) tüm gruplara göre daha yüksektir ($P<0,05$). DBU yemi ve YBU-P yemleri ile beslenen balıkların SOA ve SBO değerleri benzer olup ($P>0,05$), bu gruplar DBU-P içeren gruba göre daha iyi büyümüşlerdir. DBU grubunun YDO değeri en yüksek bulunmuş olup, DBU-P grubundan düşük YBU-P grubundan yüksek olduğu tespit edilmiştir. DBU ve DBU-P gruplarının protein verimlilik oranı (PVO) diğer gruplara önemli derecede daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$). Solunum patlaması denem gruplarında farklılık göstermemiştir ($P>0,05$). Myeloperoksidaz sırasıyla YBU, YBU-P, DBU-P ve DBU gruplarında artış göstermiştir ($P<0,05$). Lizozim YBU ve DBU-P gruplarında diğer gruplara oranla önemli derecede artmıştır. DBU ve YBU-P gruplarının kendi içinde bir farklılık gözlenmemiştir. Pepsin DBU ve DBU-P gruplarına kıyasla YBU ve YBU-P gruplarında en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Tripsin sadece tüm gruplar içerisinde DBU grubunda artış göstermiştir ($P<0,05$). Amilaz YBU ve DBU grubunda diğer gruplarla karşılaştırıldığında en yüksek değerine ulaşmıştır. Bu sonuçlar, çalışmada en iyi grubun YBU olduğunu, yeme pancar unu eklentisinin büyüme performansı ve vücut kompozisyonu açısından önemli bir değişiklik oluşturmadığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Beta vulgaris*, Gökkuşağı Alabalığı, sindirim enzimleri, büyüme performansı

2018, 38 sayfa

Bilim Kodu: 1207

ABSTRACT

MSc. Thesis

EFFECTS OF RED BEET (*Beta vulgaris* var. *cruenta*) MEAL IN DIETS ON GROWTH PERFORMANCE, BODY COMPOSITION AND DIGESTIVE ENZYME ACTIVITY OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*)

Cemile ARSLAN
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Aquaculture

Supervisor: Doç. Dr. Soner BİLEN

Co-Supervisor: Prof. Dr. Derya GÜROY

In this thesis study, the effects of dietary inclusion of red beet meal at high or low fish meal diets on rainbow trout growth performance, colouring, enzyme activities in immune and digestive system have been investigated. With this aim, four different feed (High Fish Meal-HFM, Low Fish Meal-LFM, High Fish Meal and 8% red beet meal-HFM-R, Low Fish Meal and 8% red beet meal-LFM-R) were formulated and fish were fed the diet during 45 days. At the end of the study, the final mean weights (FMW) and specific growth rate (SGR) of fish fed with HFM diet were higher than those of all groups ($P<0.05$). FMW and SGR values of fish fed with LFM and LFM-R diets were similar ($P>0.05$), and these groups grew better than LFM-R group. The LFM group had the highest feed conversion ratio (FCR) value and was found to be higher than the LFM-R group and lower than the HFM-R group. The protein efficiency ratio (PER) of the LFM and LFM-R groups was found to be significantly lower than the other groups ($P<0.05$). The respiratory burst was not affected in any experimental groups ($P>0.05$). Myeloperoxidase was significantly increased in group HFM, HFM-R, LFM-R and LFM respectively ($P<0.05$). Lysozyme was significantly elevated in group HFM and LFM-R respectively. No differences observed in groups LFM and HFM-R. Pepsin activity was highest in HFM and HFM-R compared to LFM and LFM-R ($P<0.05$). Trypsin was only increased in LFM compared to other experimental groups ($P<0.05$). Amylase was determined highest in HFM and LFM groups compared to others. This results suggest that HFM has better result compared to others and red beet meal addition to the fish diet has no positive effects in terms of growth performance and body composition.

Key Words: *Beta vulgaris*, Rainbow trout, digestive enzyme, growth performance

2018, 38 pages

Science Code: 1207

TEŞEKKÜR

Tez alıőması boyunca yardımlarını esirgemeyen danıőmanım Doç. Dr. Soner BİLEN ve Prof. Dr. Derya GÜROY'a, saha ve laboratuvar çalıőmalarındaki katkılarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Ertuğrul TERZİ, Arő. Gör. O. Nezh KENANOĞLU, Arő. Gör. Yiğit TAŐTAN ve Keriman YÜRÜTEN'e ve son olarak da bu süreçte manevi desteğini hiç eksik etmeyen sevgili aileme teşekkürü borç bilirim.

Cemile ARSLAN
Kastamonu, Haziran, 2018

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAYI.....	ii
TAAHHÜTNAME.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
GRAFİKLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Balık Yemlerinin Önemi	2
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	6
3. YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Balık Materyali	10
3.1.2. Deneme Yeri.....	10
3.1.3. Kırmızı Pancar(<i>Beta vulgaris</i> VAR. <i>Cruenta</i>)	10
3.1.4. Yem Formülasyonu	10
3.2. Yöntem	13
3.2.1. Deneyin Kurgulanması	13
3.2.2. Biyolojik Parametrelerin Belirlenmesi	13
3.2.3. Vücut Kompozisyonlarının Belirlenmesi	14
3.2.3.1. <i>Nem Tayini</i>	14
3.2.3.2. <i>Ham Yağ Tayini</i>	14
3.2.3.3. <i>Ham Protein Tayini</i>	15
3.2.3.4. <i>Ham Kül Tayini</i>	15
3.2.3.5. <i>Ham Selüloz Tayini</i>	16
3.2.4. Sindirim Enzimleri.....	16
3.2.4.1. <i>Pepsin Aktivitesi</i>	16

3.2.4.2. <i>Tripsin Aktivitesi</i>	17
3.2.4.3. <i>Amilaz Aktivitesi</i>	17
3.2.5. Bağışıklık Yanıtlarının Belirlenmesi	18
3.2.5.1. <i>Solunum Patlaması</i>	18
3.2.5.2. <i>Myeloperoksidaz Aktivitesi</i>	18
3.2.5.3. <i>Lizozom Aktivitesi</i>	18
3.2.6. İstatistiksel Analizler	19
4. BULGULAR	20
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	27
KAYNAKLAR	31
ÖZGEÇMİŞ	38

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

C	Santigrat
Dk	Dakika
FAO	Food and Agriculture Organization
g	Gram
G6PDH	Glukoz 6-Fostat Dehidrogenaz
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
kg	Kilogram
l	Litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
POD	Peroksidaz
OH	Hidroksil
O ₂	Oksijen
OH ⁻	Hidroksit
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
U	Ünite
µl	Mikrolitre
µg	Mikrogram
°	Derece
%	Yüzde
nm	Nanometre
YBU	Yüksek Balık Unu
YBU-P	Yüksek Balık Unu ve Pancar
DBU	Düşük Balık Unu
DBU-P	Düşük Balık Unu ve Pancar

GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 1.1. Türkiye su ürünleri yetiştiricilik ve yem üretim miktarları.	3
Grafik 4.1. Farklı oranlarda pancar unu içeren yemlerle beslenen gökkuşığı alabalıklarında solunum patlamasında meydana gelen değişimler ..	21
Grafik 4.2. Farklı oranlarda pancar unu içeren yemlerle beslenen gökkuşığı alabalıklarında myeloperoksidaz meydana gelen değişimler)	22
Grafik 4.3. Farklı oranlarda pancar unu içeren yemlerle beslenen gökkuşığı alabalıklarında lizozim aktivitesinde meydana gelen değişimler.....	22
Grafik 4.4. Farklı oranlarda pancar unu içeren yemlerle beslenen gökkuşığı alabalıklarında pepsin aktivitesinde meydana gelen değişimler	23
Grafik 4.5. Farklı oranlarda pancar unu içeren yemlerle beslenen gökkuşığı alabalıklarında pepsin aktivitesinde meydana gelen değişimler	24
Grafik 4.6. Farklı oranlarda pancar unu içeren yemlerle beslenen gökkuşığı alabalıklarında pepsin aktivitesinde meydana gelen değişimler	24

TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Deneme yemlerinde kullanılan hammaddelerin besinsel kompozisyonları.....	11
Tablo 3.2. Deneme yemlerinin formülasyonu ve kimyasal kompozisyonu.....	12
Tablo 4.1. 45 gün boyunca deneme yemleri ile beslenen gökkuşığı alabalıklarının büyüme performansı	19
Tablo 4.2. 45 gün boyunca deneme yemleri ile beslenen gökkuşığı alabalıklarının biyolojik parametreleri	20
Tablo 4.3. 45 gün boyunca deneme yemleri ile beslenen gökkuşığı alabalıklarının biyolojik parametreleri	20
Tablo 4.4. 45 gün boyunca deneme yemleri ile beslenen gökkuşığı alabalıklarının vücut kompozisyonu.....	20

1. GİRİŞ

1.1. Balık Yemlerinin Önemi

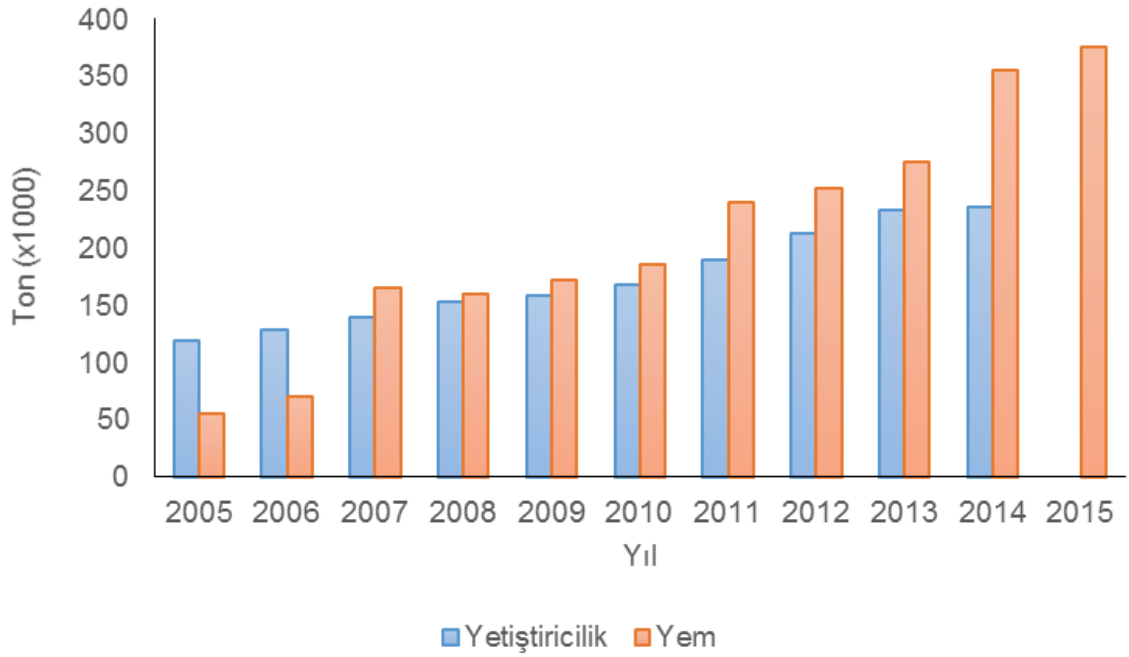
Dünya nüfusun artmasıyla birlikte, insanların ihtiyacı olan kaliteli proteinin gereksinimi de devamlı yükselmektedir. Hayvancılık sektöründe olduğu gibi su ürünleri yetiştiriciliğinde de canlıların en düşük maliyetli, en kısa sürede pazara sunulmasında en önemli faktörlerin başında yem ve yemleme yer almaktadır. Balıklarda sağlıklı üreme ve büyümeden söz edilebilmesi için canlıların bütün besin ihtiyaçlarını karşılayacak karma yemlere ihtiyacı bulunmaktadır.

Gökkuşuğu alabalığı, çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) ülkemiz su ürünleri yetiştiriciliğini oluşturan en önemli balık türleridir. 2015 yılı itibariyle toplam yetiştiricilik üretiminin %44,4'ü gökkuşuğu alabalığı, %31,3'ü levrek ve %21,6'sını ise çipura oluşturmaktadır. Türkiye 2014 yılı itibariyle Norveç'ten (1.370.090 ton) sonra Avrupa'da en çok üretim yapan ülke konumuna ulaşmıştır. Porsiyonluk gökkuşuğu alabalığı üretiminde Avrupa'da birinci sırada yer almaktayız.

Modern su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişmesi, çiftlik yönetimi, genetik, hastalık kontrolü ve balıkların besin madde gereksinimlerinin daha iyi anlaşılması, daha kaliteli yem hammaddelerin işlenmesi ve yem üretim teknolojisinin gelişmesi ile sağlanmıştır. Su ürünleri işletmeleri, karlılığını sürdürebilmesi ucuz, kaliteli ve kısa sürede pazar ağırlığına ulaşan sağlıklı balıklar için kaliteli yem ile uygun besleme teknikleri uygulaması zorunludur. Kaliteli yem, balığın bütün besin ihtiyaçlarını karşılamalıdır. Günümüzde, ticari yemlerin, türlerin gelişimini daha iyi sağlamak amacıyla ticari yemlerin formülasyonlarında değişiklikler yapılması gerekmektedir. Özellikle yemin kimyasal kalitesinin (protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve mineral içeriği) belirlenmesi, yetiştiriciliği yapılacak hedef tür açısından oldukça önemlidir. Balıkların sağlıklı büyümesi için tükettikleri yemlerin özellikle protein ve lipid seviyeleri ile kaynaklarının balıklar için uygun olması gereklidir. Başta karnivor balık türleri olmak üzere birçok balık türünün yemlerinde ana protein kaynağı olarak "balık unu" kullanılmaktadır.

Dünya su ürünleri üretimi, insan tüketimine yönelik artan balık talebini karşılamak için 2014 yılında yaklaşık 74 milyon ton üretim ile genişleyen bir sektördür (FAO, 2016). Bu üretimin %75' inden fazlası endüstriyel olarak üretilen yemlerin kullanılmasıyla elde edilmektedir; ancak doğadan yakalan balıklardan elde edilen balık unu ve balık yağı üretimindeki mevcut durgunluk, su ürünleri yetiştiriciliğinin daha da büyümesini sınırlamaktadır (Tacon ve Metian, 2015). Ayrıca, hayvancılık sektöründe kullanılan hammaddeler balık yemlerinde kullanılanlar ile benzerdir. En önemli fark, protein açısından zengin bileşenlere duyulan ihtiyaçtır, çünkü balık beslemede yemlerin ham protein içeriği kara hayvanları yemlerinin protein içeriğine kıyasla daha yüksektir. Balık yemlerinde çok sayıda protein kaynağı kullanılabilir, ancak balık unu en çok tercih edilen protein kaynağı olmuştur. Genellikle insan tüketimi için elverişli olmayan balık veya balık atıklarından elde edilmekte olan “balık unu”, yüksek oranda protein, dengeli amino asit profili, yüksek oranda doymamış yağ asidi, mineraller (Kalsiyum, fosfor, magnezyum ve iz elementler) ve vitaminler (B₁₂, A, D₃, kolin, inositol) içermesi, ayrıca balıklar tarafından kolaylıkla sindirilebilmesinden dolayı balık yemlerinin en önemli ana bileşenidir. Tüm bu özelliklerine rağmen balık unu ve yağının elde edildiği doğal balık stoklarının neredeyse sabit olması, aşırı avcılık baskısı maruz kalması, iklimsel olaylar/değişikliklerin sonucu olarak ve bu ürünlere olan talebin artmasından dolayı ürünlerin fiyatları da artmıştır.

Dünyada olduğu Türkiye’de de su ürünleri yetiştiriciliğinin artmasıyla yem üretiminde de artış göstermiştir (Grafik 1.1). 2016 yılında Türkiye’de balık yemi üretimi yapan 23 adet işletme bulunmakta olup, en çok Muğla ve İzmir illerinde üretim gerçekleştirilmektedir. 2016 yılı itibarıyla Türkiye su ürünleri yetiştiricilik üretimi yaklaşık 250 bin ton olup, üretimi yapılan balıkların ortalama yem değerlendirme oranı 1,8 olarak kabul edildiğinde yaklaşık 450 bin ton balık yemine ihtiyaç bulunmaktadır. Türkiye’de üretimi yapılan balık türlerinin karnivor beslenme özelliğine sahip olduğu dikkate alındığında, bu türlerin yemlerinde yaklaşık %35 (30-40) civarında balık unu kullanılmakta olup, Türkiye balık yemi sektörünün 160 bin ton balık ununa ihtiyacı vardır. Ülkemizde balık unu ve yağı için işlenen balık miktarı yıllara göre değişmekle birlikte 2016 yılında 93 bin ton balık kullanılmıştır.



Grafik 1.1. Türkiye su ürünleri yetiştiricilik ve yem üretim miktarları.

Avrupa su ürünleri yetiştiriciliğinde, balık ununa olan bağımlılığını azaltmak için yıllardır, salmonidlerde ve deniz balıklarında ortak bir uygulama olan bitkisel ürünlerin kullanımı iyi bir alternatiflerdir. Bu nedenle, Atlantik somonu (Waagbø ve diğ., 2013; Shepherd, Monroig ve Oscar, 2017), gökkuşuğu alabalığı (Kamalam, Medale, Panserat, 2017), Avrupa deniz levreği (Kousoulaki ve diğ., 2015) veya çipura (Benedito-Palos ve diğ., 2016) gibi karnivor türlerde balık unu yerine bazı bitkisel protein kaynaklarını denemişler ve yemdeki balık unu seviyesini düşürmeye başarmışlardır. Bununla birlikte, çok az veya hiç balık unu ve yağı içermeyen salmonidler ve deniz balıkları için uygun yem çalışmaları devam etmektedir. Sonuç olarak, ülkemizde de ihtiyacımız olan balık unu miktarı iç piyasadan karşılanamamaktadır. Dünya genelinde, yem üreticileri ve araştırmacıları balıkların büyüme performansını, sağlığını ve et kalitesini olumsuz etkilemeden yemdeki balık unu seviyesinin düşürülmesi üzerine Ar-Ge çalışmalarına odaklanmışlardır. Bu çalışmalar arasında; alternatif bitkisel/protein kaynaklarının ve başta amino asit olmak üzere yem katkı maddelerinin kullanımı ile yemdeki balık unu seviyesinin azaltılması için yapılabilecek uygulamalar arasında yer almaktadır.

Balıkların düşük oranda balık unu içeren yemlerle beslenmesi ile düşük büyüme performansına dahası yüksek yem değerlendirme oranına ve besin kompozisyonu açısından kalitesiz bir balık elde edilmesine neden olmaktadır. Balık yemlerine ilave edilecek olan katkı maddelerinin balığın büyüme performansını arttırması ve daha az maliyetli olması ve sürdürülebilir olması istenmektedir. Soya unu, bitkisel protein konsantreleri gibi protein bakımından yüksek olan bitkisel hammaddelerin balık unu yerine kullanım oranları artış göstermekte ve son zamanlarda ağırlıklı olarak bu konu ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır (Cheng, Hardly ve Usry, 2003; Gaylord ve Barrows, 2009; Sardar, Abid, Randhawa ve Prabhakar, 2009; Güroy, Güroy, Merrifield, Tekinay, Davies ve Şahin, 2012). Balık unu yerine bitkisel kaynaklı hammaddelerin (soya, mısır glütenu, buğday glütenu, bitkisel protein konsantreleri vb.) tek başına veya bunların karışımlarının balık yemlerinde kullanım oranlarının artmasıyla; balıkların büyüme ve sağlık parametrelerinde azalma izlenmekte dahası düşük profile sahip et kalitesi meydana gelmektedir (Matos vd., 2012; Sarker, Satoh, Kamata, Haga ve Yamamoto, 2012; Ribeiro vd., 2015;). Bitkisel kökenli yemlerin balıklar üzerine olan etkileri; balığın türüne, boyuna, amino asit profiline, kullanılan hammaddenin kalitesine, anti besinsel faktörlerine (proteaz inhibitörü, fitik asit, tanin, saponin, tripsin vb.) ve yemdeki kullanım oranına göre değişmektedir (Glencross, Booth ve Allan, 2007; Krogdahl, Penn, Thorsen, Refstie ve Bakke, 2010). Yüksek oranda bitkisel hammadde kullanımlarında genellikle yemin palatabilitesi (lezzet) de azalmakta ve dolayısıyla balıkların yemi tüketmemelerinden kaynaklı yem israfının arttığı gözlenmektedir (Francis, Makkar ve Becker, 2001; Hardy, 2010). Yemlerde düşük oranda balık unu kullanıldığında; yukarıda belirtilen olumsuz etkilerin şekillenmesi ve ticari kayıpların yaşanmaması için bu tip yemlere dışarıdan sentetik amino asit (lisin, metiyonin, arjinin, glutamik asit, alanin vb.), vitaminler veya yem katkı maddeleri (betain, doğal antiokisadanlar, nükleotid, organik asitler vb.) ilave edilmektedir (Grey, Forster, Dominy, Ako ve Giesen, 2009; Kader, Koshio, Ishikawa, Yokoyama ve Bulbul, 2010).

Balık ununun yapısında bulunan glisin, taurin, prolin, aspartik asit, valin, glutamik asit ve betain gibi bileşenler cezbedici özelliğe sahip olup, balıkların yem tüketme iştahını arttırmaktadır; ancak bu bileşenlerin içerikleri birçok bitkisel hammaddede düşük olmasından yeme yüksek oranda bitkisel hammadde ilave edildiğinde,

hammadelerin diğer olumsuz özellikleri (anti besleyici faktörler vb) ile birlikte balıklarda yem alımının düşmesine ya da tükettiklerini sindirmeden ağızlarından çıkartmalarına neden olmaktadır. Bu bileşenlerin arasında yer alan insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan betain, balıkların koku almasını uyaran önemli cezbedici katkı maddelerinden birisidir. Bunun yanı sıra, betain balıklarda ozmotik basınç ayarlanmasında ve protein/enerji metabolizmasında enzimlerin daha aktif çalışmasında etkilidir (Shankar, Murthy, Pavadi ve Thanuja, 2008). Bu ürün mikroorganizmalarda, hayvanlarda ve bitkilerde doğal olarak bulunmakta olup; buğday, ıspanak ve şeker pancarında yüksek oranda bulunmaktadır. İlk kez 19. yy. da şeker pancarı suyunda tanımlanmıştır.

Bu nedenle, bu tez çalışmasında kırmızı pancar unu hem yem katkısı hem de balıkların renklenmelerindeki etkisi ve aynı zamanda sindirim sisteminde ve bağışıklık sisteminde oluşturacağı değişimler tespit edilmeye çalışılmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Su ürünlerinde ticari değeri arttırmak için deri ve ette istenilen renk karotenoid grubu renk maddelerinin kullanımı ile sağlanmakta olup, balıkların karotenoidleri kendileri sentezleyemediklerinden dolayı sentetik ya da doğal yollarla elde edilerek yemlerine ilave edilir. Ancak karotenoidlerin yüksek maliyetinden dolayı doğal karotenoidlerin kullanımı daha fazla önem teşkil etmekte ve özellikle bitkisel kaynaklar için araştırmalara ağırlık verilmektedir.

Diler ve Gökoğlu (2004), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine 60 mg/kg oranında ilave ettikleri sentetik astaksantin, karides unu ve kırmızı biber unu ilave ettikleri çalışmada et rengi ve genel görünüş açısından deneme grubundan elde edilen sonuçlar kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde gelişme göstermiştir.

Lorenz ve Cysewski (2000), salmonlarda sentetik astaksantine alternatif en iyi kaynağın kırmızı maya (*Phaffia rhodozyma*) ve *Haematococcus* alg ununun olabileceğini belirtmişlerdir. Choubert ve Heinrich (1993), *Haematococcus* alg unu ile beslenen gökkuşağı alabalıklarının etlerindeki karotenoid konsantrasyonunu 6.2 mg/kg olacak şekilde istenilen değerin üzerine çıkarmıştır (Yeşilayer, Doğan ve Erdem, 2008).

Ergün ve Erdem (2000), alabalıklarda %3 ve %6 oranlarında kırmızıbiber ve %0.05 sentetik astaksantin karşılaştırması yaparak etteki karotenoid oranlarını tespit etmişlerdir. Sentetik astaksantinle beslenen grupta karotenoid konsantrasyonu kırmızıbiberle beslenen gruba göre yüksek bulunmasının yanında, kırmızıbiberle beslenen grubun kontrol grubuna göre önemli derecede farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Christiansen ve ark., (1988), başlangıç ağırlıkları 17 ve 125 g olan alabalıklarda 63 gün süresince 40 mg/kg oranında kantaksantin kullanarak önemli derecede pigmentasyon sağladıkları çalışmada, küçük balıkların kantaksantinini daha az depoladıklarını belirtmişlerdir.

Keleştemur ve Çoban (2010), 30 mg/kg ve 70 mg/kg β -karoten katarak renklendirdikleri gökkuşığı alabalığı filetoalarında en fazla renklenme miktarını 70 mg/kg konsantrasyonundaki grupta görmüşler ancak yine bu grupta belirli bir muhafaza süresi sonunda önemli derecede renk kayıpları gözlemlemişlerdir ($p < 0.05$).

Torrissen ve ark. (1989), salmonid türü balıkların etinde karotenoid konsantrasyonunun 3-4 mg/kg olmasının yeterli olabileceğini; ancak depolama ve işleme esnasında karotenoid kaybının olabileceğini belirtmişlerdir. Bunun yanında balık etinde istenen rengi sağlayabilmek için karotenoid konsantrasyonunun 4 mg/kg'ın üzerinde olması gerektiğini de eklemişlerdir.

Iwamoto ve ark. (1990), karotenoid birikiminin, balığın yaşı, büyüklüğü ve cinsel olgunluk durumuna bağlı olduğunu yaptıkları araştırmalar neticesinde bildirmişlerdir.

No ve ark. (1991) yine Iwamoto ve ark. (1990) bulgularına benzer şekilde balık büyüklüğü ile pigmentasyon arasında lineer bir ilişkinin olduğunu karotenoid absorpsiyonunun buna bağlı olarak değişebileceğini bildirmişlerdir

Bu araştırmada kırmızı pancarın alabalıklarda renklenmeye olan etkisi L^* (koyuluk/açıklık), a^* (kırmızı/yeşil), b^* (sarı/mavi) renk yoğunlukları ölçülerek tayin edilmiştir.

Bilen ve ark. (2016), gökkuşığı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) denedikleri 0.1 ve 0.5 g kg⁻¹ dozlarında gebre otunun (*Capparis spinosa*), bağışıklık sistemine ve büyüme performansına etkisini araştırdıkları çalışmalarında, serumdan fagozitik, lizozim ve myeloperoksidaz aktivitelerine bakmışlardır. İki deneme grubunda kontrol grubuna göre fagozitik aktiviteyi arttırdığı ve aralarında ise önemli bir farklılık bulunmadığını belirtmişlerdir.

Bilen ve ark. (2015) gökkuşığı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*), 0.1 ve 0.5 gkg⁻¹ olacak şekilde kavak mantarını (*Pleurotus ostreatus*) ve ısırgan otunu (*Urtica dioica*) deneyerek *Aeromonas hydrophila* 'ya karşı bağışıklığı destekleyici özelliğini araştırmışlardır. Lizozim, Fagozitik aktivitenin ve NBT (Nitroblue tetrazolium)

değerlerinin tüm deneme gruplarında kontrol grubuna göre arttığını belirtmişlerdir (P<0.05).

Awad ve Austin (2010), gökkuşığı alabalıklarının % 1 acıbakla (*Lupinus perennis*), mango (*Mangifera indica*) ve ısırgan otu (*Urtica dioica*) içeren yemlerle 14 gün boyunca besleme sonunda *A. hydrophila* için serum bakterisidal aktivite, ve lizozim aktiviteleri artış göstermiştir. Bununla birlikte tüm deneme gruplarının yaşama oranlarının kontrol grubuna göre artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Bilen ve ark. (2011), tetranın (*Cotinus coggyria*) gökkuşığı alabalıklarında immunostimulan etkisini araştırdıkları çalışmada 0.5 ve 1 mg/kg dozlarında olacak şekilde denemişler, fagositik ve lizozim aktivitelerinin, her iki deneme grubu içinde kontrol grubuna göre önemli derecede arttığı sonucuna varmışlardır (P<0.05).

Bilen ve Bulut (2010), defne yaprağı tozunun gökkuşığı alabalıklarının bağışıklık sisteminde olan etkilerini 21 gün boyunca % 0,5 ve % 1 oranında defne içeren yemlerle besleyerek incelemişlerdir. Çalışma sonunda defne yaprağının hücre içi ve hücre dışı süperoksit radikal salınımları üzerinde bir etkisi bulunamamıştır. Aynı zamanda fagozitik aktivite, lizozim aktivitesi ve toplam kan protein değerleri açısından da herhangi bir etkinin söz konusu olmadığı belirlenmiştir.

Nya ve Austin (2011), gökkuşığı alabalıklarının bağışıklık yanıtı üzerine sarımsağın etkilerini incelemişlerdir. *A. hydrophyla* ile enfekte edilerek kontrol testlerine tabi tutulan alabalıklar, 0,5 ve 1gr /kg sarımsak tozu içeren yemlerle 14 gün boyunca beslenmişlerdir. Çalışma sonunda *A. hydrophyla* bulaştırılan balıklardan sarımsak ile beslenen grupların yaşama oranlarının daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Awad, Austine ve Lyndon, (2013), Quercetin ve çörek otu özütünü gökkuşığı alabalıklarında deneyerek bağışıklık yanıtlarını incelemişlerdir. Quercetin balık yemlerine % 0,1, % 0,5 ve % 1 oranında, çörek otu yağı ise % 1, % 2 ve % 3 oranında katılmıştır. Deneme sonunda her iki deneme grubunda da lizozim, toplam protein, bakterisidal aktivitenin yüksek doz ile beslenen gruplarda arttığı, kontrol grubuna göre deneme gruplarında Ig seviyelerinde artış olduğunu belirtmişlerdir.

Sheikhzadeh ve ark. (2011), gökkuşığı alabalıkları yemlerine 20, 100 ve 500 mg/kg seviyelerinde kafeinsiz yeşil çay (*Camellia sinensis*) katarak balıklara 30 gün boyunca vermişlerdir. Deneme sonunda tüm deneme gruplarında peroksidaz aktivitelerinin azalma gösterdiğini ve 100 mg/kg yeşil çay içeren yemlerle beslenen balıkların lizozim aktivitelerinde artış olduğunu gözlemlemişlerdir.

Guojun vd. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada keven kökü (*Astragalus radix*)'nün, Tilapya' nın spesifik olmayan bağışıklık sistemine etkisi araştırılmıştır. Keven kökleri belirli dozlarda yeme karıştırılarak 4 hafta süresince denenmiştir. Deneme sonunda fagositoz özelliğinin aktivitesinin ve antibakteriyel bir özellik olan lizozim aktivitesini de artırdığını tespit etmişlerdir (Guojun et al., 2006).

Immanuel ve ark., 2009 yılında yaptıkları çalışmada Tilapya balığı yemlerinde kullanılan 4 farklı tıbbi bitkinin (Bermuda çimi *Cynodon dactylon*, Hint ayvası *Aegle marmelos*, Kış kirazı *Withania somnifera*, ve zencefil *Zingiber officinale*) büyümeye, bağışıklık sistemine ve hayatta kalma oranına etkilerini incelemişlerdir. Kan plazmasındaki protein, albumin, globulin, kolesterol, glukoz ve trigliserid seviyelerinin deneme gruplarında kontrol grubu balıklarından daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Lökosit değerleri, fagositik indeksi ve lizozim aktivitelerinin de tıbbi bitkiler içeren yemlerle beslenen balıklarda geliştiğini bildirmişlerdir.

Moyano ve ark. (1996), 30 gün süren çipura larvalarının rotiferle beslenmesi sonucu sindirim enzimlerinin incelendiği çalışmada; proteaz, amilaz ve asit-alkalin fosfat enzimlerinin 15 günden sonra arttığını ve rotiferlerin çipura larvalarının beslenmesinde sindirim enzimlerinde ticari yemlere oranla daha arttırıcı bir etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Suzer ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmada çipura (*Sparus aurata*) larvalarının beslenmesinde yeme ticari probiyotik (*Lactobacillus spp.*) 3 farklı oranda eklemişlerdir. Çalışma sonunda probiyotiklerle beslenen balıkların kontrol grubundan pankreatik ve bağırsak sindirim enzimlerinde önemli oranda artış olduğu ve kullanımının balık sağlığı açısından da desteklendiğini belirtmişlerdir.

3. YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Balık Materyali

Deneyde, 2016 yılında Germeçtepe İç Su ve Deniz Balıkları Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde üretimi yapılan ve ortalama ağırlıkları $43,30 \pm 1,32$ g olan toplam 360 adet gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kullanılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü Germeçtepe Baraj Gölü'nde balıklar üretim sistemi içerisinde yer alan ve her biri 1,5m X 1,5m X 1,5m ebatlarındaki 12 mm göz açıklığına sahip deneme kafeslerine her birine 30 adet gelecek şekilde stoklanmıştır.

3.1.2. Deneme Yeri

Deneme, Kastamonu Üniversitesi Germeçtepe İç Su ve Deniz Balıkları Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü'ne ait üretim tesisinde bulunan kafesler 45 gün boyunca sürdürülmüştür.

3.1.3. Kırmızı Pancar (*Beta vulgaris* VAR. *cruenta*)

Çalışmada, gökkuşağı alabalıklarının büyüme performansı, et rengi, bağışıklık yanıtları üzerindeki etkilerinin belirlenmesi için kırmızı pancar (*Beta vulgaris* VAR. *cruenta*) bitkisi ununun farklı oranlarda yem hammaddesi olarak kullanımını çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan pancar Kastamonu İli'ndeki aktarlardan temin edilmiştir.

3.1.4. Yem Formülasyonu

Deneme yemleri, “en az maliyetli yem rasyonu” programı (Brill Feed Formulation) kullanılarak oluşturulmuştur. Gökkuşağı alabalığının besin ihtiyaçlarını (en azından protein % 45 ve lipit % 18) karşılayacak şekilde 4 farklı yem rasyonu hazırlanmıştır. Deneme yemlerinde kullanılan hammaddelerin besin içerikleri Tablo x' de

sunulmuştur. Deneme yemlerinin formülasyonu ve besim içerikleri Tablo XX’ de verilmiştir. Yemlerin dizaynı aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir;

1. Yem 1: Türkiye’de üretimi yapılan alabalık yemlerinde genellikle % 25 ile % 40 arasında balık unu kullanılmaktadır. Bu nedenle ilk yemde % 38 balık unu kullanılmıştır ve bu gruba “Yüksek Balık Unu – YBU” adı verilmiştir.
2. Yem 2: Bu yem grubunda % 10 balık unu kullanılmış, diğer bitkisel bileşenlerin içerikleri arttırılmıştır ve bu gruba “Düşük Balık Unu – DBU” adı verilmiştir.
3. Yem 3: Bu yem grubunda % 30 balık ununa ek olarak % 10 kırmızı pancar unu ilave edilmiştir. Bu gruba “Yüksek Balık Unu ve Pancar – YBU-P” adı verilmiştir.
4. Yem 4: Son yem grubunda ise % 10 balık ununa ek olarak % 10 kırmızı pancar unu ilave edilmiştir. Bu gruba “Düşük Balık Unu ve Pancar – DBU-P” adı verilmiştir.

Tablo 3.1. Deneme yemlerinde kullanılan hammaddelerin besinsel kompozisyonları

(%)	Balık Unu	Soya Unu	Mısır Gluten	Buğday Gluten	Buğday Unu	Kırmızı Pancar
Ham Protein	70,00	47,20	59,82	79,51	10,68	17,58
Ham Lipit	13,00	0,50	0,50	0,10	0,50	4,13
Ham Kül	11,33	5,68	2,88	0,93	1,01	7,97
Ham Selüloz	1,00	3,57	0,86	0,05	0,98	24,91
NÖM*	4,67	43,05	35,94	19,41	86,83	45,41

*Nitrojensiz Öz Madde (NÖM) = 100 - (ham protein + ham yağ + ham kül + ham selüloz)

Deneme yemlerinin yapımında, önce kullanılacak olan hammaddeler valslı değirmende öğütülmüş ve elek sallama makinesinde elenerek, ilk önce büyük partiküllü, daha sonra da küçük partiküllü hammaddeler laboratuvar tipi mikserde (Dirmak İBT-22, Türkiye) karıştırılarak, üzerine su ve yağ ilave edildikten sonra hamur haline getirilmiştir. Bu hamur karışımı, soğuk ekstruderde (PTM P6 ekstruder, La Monferrina, İtalya) balıkların ağız açıklığına uygun olan boyuttan geçirilerek

kurutma dolabında 40 °C’de yaklaşık 24 saat süresince kurutulmuştur. Kurutulan yemler deneme başlangıcına kadar derin dondurucu (-25 °C)’ da saklanmıştır.

Tablo 3.2. *Deneme yemlerinin formülasyonu ve kimyasal kompozisyonu*

Deneme Yemleri				
Hammaddeler	YBU	DBU	YBU-P	DBU-P
Balık unu ¹	36	16	36	16
Mısır glüten ²	9	36	9	36
Soya unu ³	22	14	22	14
Buğday glüten ⁴	2,5	4,7	2,5	4,7
Kırmızı pancar ⁵			8	5
Buğday unu ⁶	17	13,8	9	8,8
Balık yağı ⁷	12,8	14,8	12,8	14,8
Vitamin premiks ⁸	0,3	0,3	0,3	0,3
Mineral premiks ⁸	0,2	0,2	0,2	0,2
Antioksidant ⁸	0,2	0,2	0,2	0,2
<i>Kimyasal Kompozisyon</i>				
Ham Protein (%)	44,84	44,48	44,98	44,94
Ham Yağ (%)	17,85	17,64	17,89	17,69
Ham Kül (%)	6,21	3,36	6,88	4,38
Ham Selüloz (%)	1,84	1,68	3,91	3,52
NÖM (%)*	29,26	32,84	26,34	29,47

1 Hamsi unu. Sürsan Yem AŞ., Samsun, Türkiye

2 Cargill, İstanbul, Türkiye

3 Kırcı Soya AŞ., Balıkesir, Türkiye

4 Cargill, İstanbul, Türkiye

5 Naturelka, Aydın, Türkiye

6 İpek Buğday AŞ., Nevşehir, Türkiye

7 Hamsi yağı. Hamsi unu. Sürsan Yem AŞ., Samsun, Türkiye

8 DSM Doğal Ürünler, Türkiye

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneyin Kurgulanması

Çalışmada kullanılacak olan balıklar adaptasyon için 2 hafta süresince deneme kafesleri içerisinde tutulmuş ve balıkların bu dönem içerisinde uyum süreci geçilmiş bu esnada ölen balıklar denemeden ayrılmıştır. Çalışma başlangıcında tüm grupların ve iki hafta boyunca aynı tip yemle beslenerek adaptasyon sürecine alınmış ve çalışma başlamadan önce ölen balıklar deneme ortamından uzaklaştırılmıştır. Balıklar kafeslere 30'ar adet olacak şekilde stoklanmıştır ve 45 gün boyunca doyana kadar beslenmişlerdir. Çalışma sonunda balıklardan örnekler alınarak büyüme performansı, et rengi, sindirim enzimleri ve bağışıklık yanıtları belirlenmiştir.

$$\text{Spesifik Büyüme Oranı} = [\text{Ln (Son Ağırlık)} - \text{Ln (İlk Ağırlık)}] / \text{Süre} \times 100$$

$$\text{Yem Dönüşüm Oranı} = \text{Yem Tüketimi} / \text{Canlı Ağırlık Kazanımı}$$

$$\text{Yem Tüketimi} = \text{Toplam Harcanan Yem Miktarı} / \text{Balık Sayısı}$$

$$\text{Protein Verimlilik Oranı} = \text{Canlı Ağırlık Kazanımı} / \text{Protein Tüketimi}$$

3.2.2. Biyolojik Parametrelerin Belirlenmesi

Deneme sonunda biyolojik parametrelerin belirlenmesi için her kafesten 3 balık alınmıştır. Balıklar kesilmeden önce hassas terazide bireysel ağırlıkları ve dijital kumpas ile çatal boyları ölçülerek kaydedilmiştir. Daha sonra balıklar kesilerek iç organları tamamen çıkartılmıştır. Hassas terazide toplam iç organ, karaciğer ve iç organ yağ ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir. Elde edilen veriler aşağıdaki formüllerle değerlendirilmiştir;

$$\text{Kondisyon Faktörü} = \text{Vücut Ağırlığı} / (\text{Çatal Boy})^3 \times 100$$

$$\text{İç Organ Oranı} = \text{Toplam İç Organ Ağırlığı} / \text{Balık Ağırlığı} \times 100$$

$$\text{Karaciğer Oranı} = \text{Karaciğer Ağırlığı} / \text{Balık Ağırlığı} \times 100$$

$$\text{İç Organ Yağı Oranı} = \text{Toplam İç Organ Yağı Ağırlığı} / \text{Balık Ağırlığı} \times 100$$

3.2.3. Vücut Kompozisyonlarının Belirlenmesi

Balık ve yem analizleri aşağıdaki metotlara göre yapılmıştır.

3.2.3.1. Nem Tayini

Hammaddelerin, yemlerin ve balıkların nem içeriği AOAC (2000) prosedürüne göre belirlenmiştir. Özet olarak, örnekler tartılacak ve fan destekli etüvde sabit ağırlığa gelene kadar 105°C'de kurutulmuştur. Örneklerin nem yüzdesi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Nem (\%)} = (\text{Kuru Örnek Ağırlığı} - \text{Yaş Örnek Ağırlığı}) / (\text{Yaş Örnek Ağırlığı}) \times 100$$

3.2.3.2. Ham Yağ Tayini

Hammaddelerin, yemlerin ve balıkların toplam yağ içeriği otomatik yağ tavin cihazında soksalet ekstrasyon yöntemiyle belirlenmiştir. Soksalet ekstrasyon işlemini yürütmek amacıyla, 3 g kuru madde tartılacak ve soksalet kartuşuna yerleştirilmiştir. Örnek, 50 mL petrol eteri ile 40 dakika boyunca sifonlama işlemine tabi tutulmuş ve petrol eteri yağ baloncuğunda toplanmıştır. Bu işlemden sonra yaklaşık 70 dakika sirkülasyon olayı devam etmiştir. Bu periyottan sonra tekrar sifonlama işlemi yapılmış ve yağ baloncuğunda geriye kalan çözelti, buharlaşma yoluyla uzaklaştırılmıştır. Yağ baloncuğunun ağırlık değişimi örneğin yağ içeriğini orantılı olarak vermiştir. Bu yüzden kuru maddedeki yağ oranı aşağıdaki formülde olduğu gibi hesaplanmıştır.

$$\text{Ham Yağ (\%)} = \text{Yağ Balonunda Biriken Yağ Miktarı} / \text{Örnek Ağırlığı} \times 100$$

3.2.3.3. *Ham Protein Tayini*

Hammaddelerin, yemlerin ve balık örneklerinin protein içeriği Kjeldahl metodu ile belirlenmiştir. Kjeldahl azot tayin metodu aşağıda anlatılan yöntemle yapılmıştır. Örnek (0,5 g), Kjeldahl sindirim tüpleri içerisine yerleştirilmiş, tüpler içerisine 1 adet Kjeldahl katalizör tableti ve 15 mL sülfürik asit (H₂SO₄) eklenmiştir. Sindirim, sindirim bloğunda gerçekleştirilmiştir. Sindirim tüpleri ilk önce 250 °C’de 30 dakika ardından da 380 °C’de 75 dakika yakılmıştır. Sindirimden sonra soğuyan örnekler, distilasyon ünitesinde distile su ve nötralize edilmiş %40’lık Sodyum Hidroksit (NaOH) çözeltisi ile seyreltilmiştir. Örneklerdeki inorganik amonyum 25 mL doymuş orthoborik asit çözeltisine metilen kırmızısı ve yeşilinden oluşan indikatör eklenmiş ve örneklerdeki inorganik amonyum toplanmıştır. Örnekler 0,1 molluk hidroklorik asit (HCl) ile titrasyon yapılmıştır.

Kuru örneklerdeki protein yüzdesi aşağıdaki şekilde olduğu gibi hesaplanmıştır.

$$\text{Ham Protein (\%)} = (\text{Harcanan} - \text{Kör Örn.}) \times 0,1 \times 14,007 \times 6,25 / \text{Örnek Ağırlığı} \times 100$$

Formülde; 0,1 = HCl mol olarak değeri

14.007 = Nitrojenin molekül kütlesi

6,25 = Örneğin nitrojen ve protein içeriği arasındaki ilişkiyi belirleyen sabit katsayı

3.2.3.4. *Ham Kül Tayini*

Hammaddelerin, yemlerin ve balık örneklerinin ihtiva ettiği kül içeriği AOAC (2000)’e göre belirlenmiştir. 500 mg kuru örnek tartılmış ve bir porselen kaba konacak ve kül fırınında 525 °C’de 8 saat yakma işlemine tabi tutulmuştur. Porselen kapların ağırlık değişimine dayanarak örneğin kül içeriği aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

Ham Kül (%) = Porselen Kaptaki Ağırlık Değişimi / Örnek Ağırlığı x 100

3.2.3.5. Ham Selüloz Tayini

1 g kuru örnek 250 mL'lik bir beherde tartılarak, üzerine 100 mL %1,25'lik Sülfürik asit (H₂SO₄) eklenip ısıtıcı üzerinde kaynatılmıştır. Kaynama sonrası, karışıma 10 mL %28'lik Potasyum Hidroksit (KOH) çözeltisi eklenmiş ve 30 dakika daha kaynatılmıştır. Kaynatılan örnekler sıcak olarak süzildükten sonra üzerlerine 10 mL %1'lik Sülfürik asit (H₂SO₄), sıcak saf su, 10 mL %1'lik Sodyum Hidroksit (NaOH), sıcak saf su, sonra tekrar %1'lik H₂SO₄, 2 defa sıcak su ve son olarak ta saf su eklenerek yıkanmıştır. Süzgeçte kalanlar 105 °C' lik etüvde 1,5 saat kurutulmuş, daha sonra desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır. Bu birinci tartımdan sonra, 550 °C' lik kül fırınında 30 dakika yakılmış, desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır. Bu ikinci tartımdan sonra aşağıdaki formülle ham selüloz miktarı hesaplanmıştır.

Ham Selüloz (%) = Birinci Tartım - İkinci Tartım / Örnek Ağırlığı x 100

3.2.4. Sindirim Enzimleri

3.2.4.1. Pepsin Aktivitesi

Pepsin aktivitesi Worthington (1993)'e yapılmıştır. Kısaca, 0,01 N HCl içinde 100 µl homojenat 500 µl substrat ile karıştırılıp 37 ° C'de 10 dakika inkübe edilmiştir. Reaksiyon % 5 trikloroasetik asit (TCA; Sigma-Aldrich) çözeltisinde 1 ml konarak durdurulmuş ve ürün 12000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatant alınarak 280 nm' de ölçülmüştür. Blank olarak enzim ekstraktı eklenmeden önce substrat olarak TCA eklenmiş ve spesifik aktivite (U) aşağıdaki formülle bulunmuştur.

Pepsin aktivitesi (U/mg protein) = [(A numune - A blank) X 1000] / (10 dk X mg protein)

3.2.4.2. *Tripsin Aktivitesi*

Tripsin aktivitesi Erlanger, Kokowsky ve Cohen, 1961' e göre belirlenmiştir. Kısaca, doku homojenatı substrat olarak N-a-benzoil-dlarginin-p-nitroanilid (BAPNA) ile ölçülmüştür. BAPNA (50 mM Tris-HCl içinde 1 mM, pH 8.2, 20 mM kalsiyum klorür, CaCl₂) işle karıştırılmış ve 37 °C'de bekletilerek 0. dakika ve 10. dakikada 410 nm' de okumalar yapılmıştır. Absorbans farkı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Absorbans sonucu} = \text{son sonuç} - \text{ilk sonuç} / 10 \text{ dk}$$

Tripsin aktivitesi ise bu sonuca göre aşağıdaki formülle belirlenmiştir.

$$\text{Tripsin aktivitesi (U/mg protein)} = (\text{absorbans sonucu} \times 113.6363) / (2 \times \text{mg protein})$$

3.2.4.3. *Amilaz Aktivitesi*

Amilaz aktivitesi, Worthington (1991)' e göre modifiye edilerek (Wang, Guo, Bureau ve Cui, 2006) yapılmıştır. Bu maksatla nişasta substratı 0,02 M sodyum dihidrojen fosfat, NaH₂P₀₄, 0,006 M sodyum klorür ve NaCl içeren bir tamponda seyreltilmiştir. 250 µl substrat 25 °C'de 3-4 dakika süreyle 50µl doku homojenatı ve 250 µl tampon çözeltisi ile karıştırılıp inkübe edilmiştir. Bunun üzerine 0,5 ml %1 dinitrosalisilik asit (DNS) çözeltisi ilave edilmiş ve 5 dakika kaynatılmıştır. Kaynama işleminden sonra, karışıma 5 ml damıtılmış su eklenmiş ve soğutulmuş, çözeltinin absorbansı 540 nm' de kaydedilmiştir. Amilaz aktivitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Amilaz aktivitesi (U/mg protein)} = \{[(A \text{ numune} - A \text{ blank})^2 \times 7.712] - [1.082 \times (A \text{ numune} - A \text{ blank})] + 0.082\} / \text{mg protein}$$

3.2.5. Bağışıklık Yanıtların Belirlenmesi

3.2.5.1. Solunum Patlaması (SP)

Solunum patlaması nitro blue tetrazolium indirgemesi yöntemi kullanılarak Siwicki ve Anderson, (1993)' e göre yapılmıştır. Çalışma kandan yapılmıştır. Bu maksatla 100 µl kan örneği ile 100 µl % 0,2 NBT içeren solüsyon karıştırılmış ve oda sıcaklığında 30 dakika inkübe edilmiştir. Bu karışım da 50 µl alınarak cam tüpe transfer edilmiştir. Aktivasyonu durdurmak için bunun üzerine 1 ml N,N-dimethyl formamid eklenmiştir. Karışım 4000 g'de 5 dakika santrifüj edilmiş ve süpernatant 540 nm optik densitede N,N-dimethyl formamid kör örneğine karşı okunmuştur. Sonuçlar mg/ml olarak ifade edilmiştir.

3.2.5.2. Myeloperoksidaz Aktivitesi

Myeloperoksidaz (MPO) aktivitesinin belirlenmesi Quade ve Roth (1997)'e göre yapılmıştır. 30 µL serum örneği ile 370 µl Ca²⁺ veya Mg²⁺ içermeyen HBSS karıştırılmıştır. Bu karışımın üzerine 100 µl 0,1 mg/ml 3,3',5,5'-tetramethylbenzidin dihidroklorid ve % 0,006 hidrojen peroksit eklenmiştir. Reaksiyon absorbans farkı ölçülmüş ve reaksiyon hızı IU olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, 0,5 ml reaksiyon karışımının her bir (ΔA 450/dakika/mL) dakikadaki indirgenmesine göre verilmiştir (Quade ve Roth 1997).

3.2.5.3. Lizozim Aktivitesi

Lizozim aktivitesi turbidimetrik yöntem kullanılarak yapılmıştır (Siwicki, Anderson ve Rumsey (1994). 100 µl serum örneği 200 µl *Mycrococcus lysodeiktes* (0,2 mg/ml) ile karıştırılmıştır. Sonuçların belirlenmesi için örnekler 520 nm dalga boyunda 0 ve 4. dakikalarda Microplate Reader' da okunmuş ve sonuçlar U/ml olarak verilmiştir.

3.2.6. İstatistiksel Analizler

Deneyde elde edilen bütün verilerin ortalama ve standart hata (\pm SE) değerleri Microsoft Office Excel programı yardımıyla hesaplanmıştır. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 22 paket programı kullanılmıştır. Veriler ANOVA testine tabi tutulduktan sonra gruplar arasındaki farklılıklar % 95 güven aralığı içerisinde Tukey testi kullanılarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

45 gün boyunca deneme yemleri ile beslenen balıkların büyüme performansına ilişkin veriler Tablo 4.1.'de sunulmuştur. YBU yem ile beslenen balıkların son ortalama ağırlıkları (SOA) ve spesifik büyüme oranı (SBO) tüm gruplara göre daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). DBU yemi ve YBU-P yemleri ile beslenen balıkların SOA ve SBO değerleri benzer olup ($P>0,05$), bu gruplar DBU-P içeren gruba göre daha iyi büyümüşlerdir. Hem yemdeki balık unu seviyesinin azalmasıyla hem de yemdeki kırmızı pancar ununun artmasıyla yem tüketimi (YT) azalmıştır. En düşük yem değerlendirme oranı (YDO) YBU grubunda tespit edilmiştir. DBU grubunun YDO değeri en yüksek bulunmuş olup, DBU-P grubundan düşük YBU-P grubundan yüksek bulunmuştur. DBU ve DBU-P gruplarının protein verimlilik oranı (PVO) diğer gruplara önemli derecede daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Tablo 4.1. 45 gün boyunca deneme yemleri ile beslenen gökkuşığı alabalıklarının büyüme performansı

	YBU	DBU	YBU-P	DBU-P
İlk ortalama ağırlık, g	43,30±1,28	46,30±1,45	43,60±1,66	45,10±1,34
Son ortalama ağırlık, g	105,40±3,75 ^c	86,80±2,42 ^b	85,60±2,41 ^b	79,10±3,74 ^a
Spesifik büyüme oranı (%/gün)	1,98±0,08 ^c	1,40±0,06 ^b	1,50±0,05 ^b	1,25±0,08 ^a
Yem tüketimi, g	56,05±1,71 ^c	45,60±1,54 ^b	42,33±1,48 ^b	37,00±1,83 ^a
Yem değerlendirme oranı	0,90±0,03 ^a	1,13±0,04 ^c	1,01±0,02 ^{ab}	1,09±0,03 ^{bc}
Protein verimlilik oranı	2,49±0,04 ^c	1,98±0,04 ^a	2,21±0,08 ^b	2,05±0,07 ^a

Verilen değerler standart hataları ifade eder. Farklı harfler gruplar arasındaki kayda değer farklılıkları ifade eder ($\alpha=0,05$).

45 gün boyunca deneme yemleri ile beslenen balıkların biyolojik parametrelerine ilişkin veriler Tablo 4.2'de sunulmuştur. YBU yemi ile beslenen balıkların iç organ oranı YBU-P yemi ile beslenen balıklara göre önemli derecede daha yüksek tespit edilmiştir ($P< 0,05$). Deneme yemleri ile beslenen balıkların HSI değerleri arasında önemli bir farklılığa rastlanılmamıştır ($P> 0,05$). DBU grubunun et verimi YBU-P grubuna göre daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.2. 45 gün boyunca deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarının biyolojik Parametreleri

	YBU	DBU	YBU-P	DBU-P
İç organ oranı (%)	13,90±0,49 ^b	12,69±0,60 ^{ab}	12,16±0,52 ^a	13,24±0,54 ^{ab}
Hepatosomatik indeks (%)	1,64±0,49	1,36±0,11	1,39±0,10	1,63±0,10
Et verimi (%)	85,41±0,57 ^{ab}	87,15±0,70 ^b	84,30±0,60 ^a	85,65±0,63 ^{ab}

Verilen değerler standart hataları ifade eder. Farklı harfler gruplar arasındaki kayda değer farklılıkları ifade eder ($\alpha=0,05$) (n=3).

45 gün boyunca deneme yemleri ile beslenen balıkların vücut kompozisyonuna ilişkin veriler Tablo 4.3' te gösterilmiştir. Deneme yemleri ile beslenen balıkların nem, protein ve kül içeriklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($P>0,05$). YBU ve YBU-P gruplarındaki balıkların lipit içerikleri benzer olup, YBU grubundaki balıkların protein içerikleri DBU ve DBU-P grubundaki balıklardan daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$).

Tablo 4.3. 45 gün boyunca deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarının vücut Kompozisyonu

	YBU	DBU	YBU-P	DBU-P
Nem (%)	72,3±0,82	71,8±0,71	72,5±0,66	72,8±0,98
Protein (%)	16,5±0,48	16,8±0,59	16,4±0,86	16,3±0,54
Lipit (%)	13,4±0,82 ^b	12,3±0,56 ^a	12,8±0,48 ^{ab}	12,3±0,61 ^a
Kül (%)	3,8±0,16	3,7±0,22	4,1±0,26	4,2±0,29

Verilen değerler standart hataları ifade eder. Farklı harfler gruplar arasındaki kayda değer farklılıkları ifade eder ($\alpha=0,05$) (n=3).

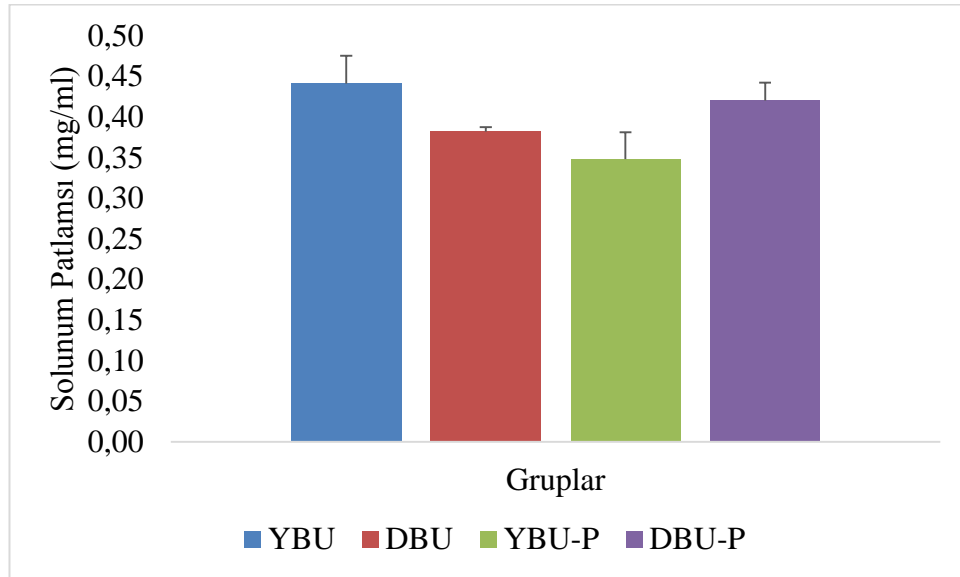
Çalışma sonunda balıkların renk değişimlerinde meydana farklılıklar Tablo 4.4.'te ifade edilmiştir.

Tablo 4.4. 45 gün boyunca deneme yemleri ile beslenen balıklarda renk değişimi

	L	a	b
YBU	42,64±0,49	1,74±0,31*	2,76±0,27
DBU	42,73±0,34	-0,23±0,17	3,19±0,34
YBU-P	43,81±0,42	-0,30±0,19	3,84±0,41
DBU-P	43,72±0,42	0,10±0,27	3,97±0,42

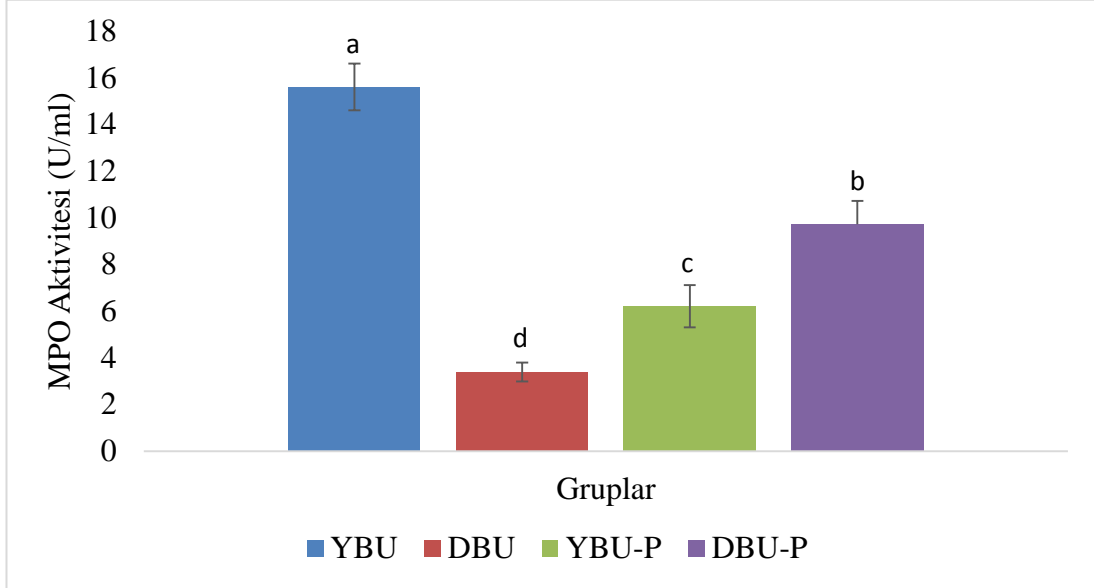
Verilen değerler standart hataları ifade eder. Farklı harfler gruplar arasındaki kayda değer farklılıkları ifade eder ($\alpha=0,05$) (n=3).

Çalışma sonunda elde edilen solunum patlaması verileri Grafik 4.1'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre çalışma sonunda en yüksek SP aktivitesi YBU grubunda ($0,41\pm0,03$), sonra sırasıyla DBU-P ($0,40\pm0,02$), YBU-P ($0,38\pm0,03$) ve DBU ($0,38\pm0,01$) grubunda gözlenmiştir. Gruplar kendi içlerinde kıyaslandıklarında gruplar arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($P>0,05$).



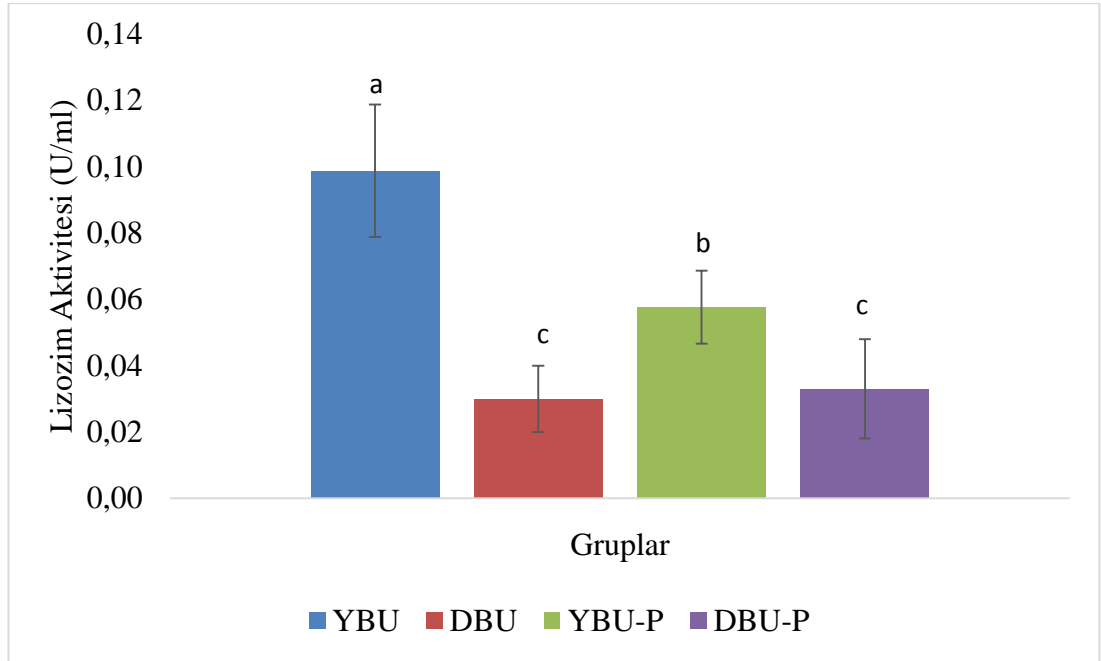
Grafik 4.1. Farklı oranlarda pancar unu içeren yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında solunum patlamasında meydana gelen değişimler (mg/ml). Küçük üstel ifadeler grupların aralarındaki farklılığı ifade eder.

Çalışma sonunda elde edilen MPO aktiviteleri Grafik4.2’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek SP aktivitesi YBU grubunda elde edilmiştir. Bunu sırasıyla DBU-P, YBU-P ve DBU grubu izlemiştir. Tüm gruplar arasında önemli bir farklılık tespit edilmiştir ($P<0,05$).



Grafik 4.2. Farklı oranlarda pancar unu içeren yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında myeloperoksidaz meydana gelen değişimler (U/ml). Küçük üstel ifadeler grupların aralarındaki farklılığı ifade eder.

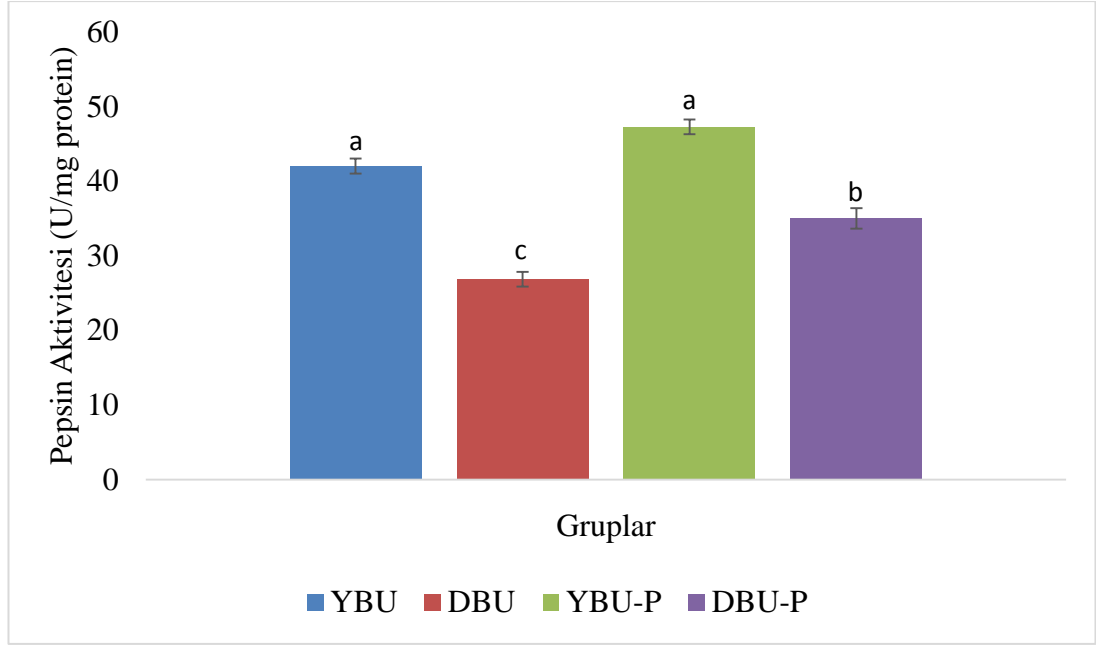
Çalışma sonunda elde edilen lizozim aktiviteleri Grafik 4.3'te verilmiştir.



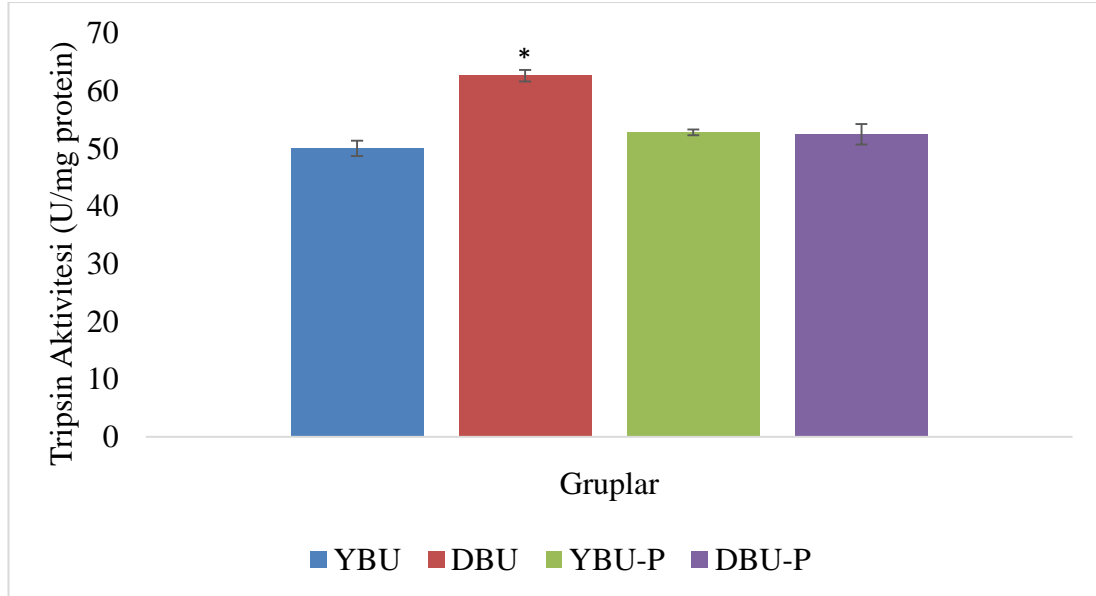
Grafik 4.3. Farklı oranlarda pancar unu içeren yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında lizozim aktivitesinde meydana gelen değişimler (U/ml). Küçük üstel ifadeler grupların aralarındaki farklılığı ifade eder.

Bu sonuçlara göre en yüksek lizozim aktivitesi YBU grubunda elde edilmiştir ($P<0,05$). Bundan sonra en yüksek lizozim aktivitesi YBU-P grubunda elde edilirken ($P<0,05$), DBU ve DBU-P grupları en düşük lizozim aktivitesini göstermişlerdir. Bununla birlikte bu iki grup arasında önemli bir farklılık tespit edilememiştir.

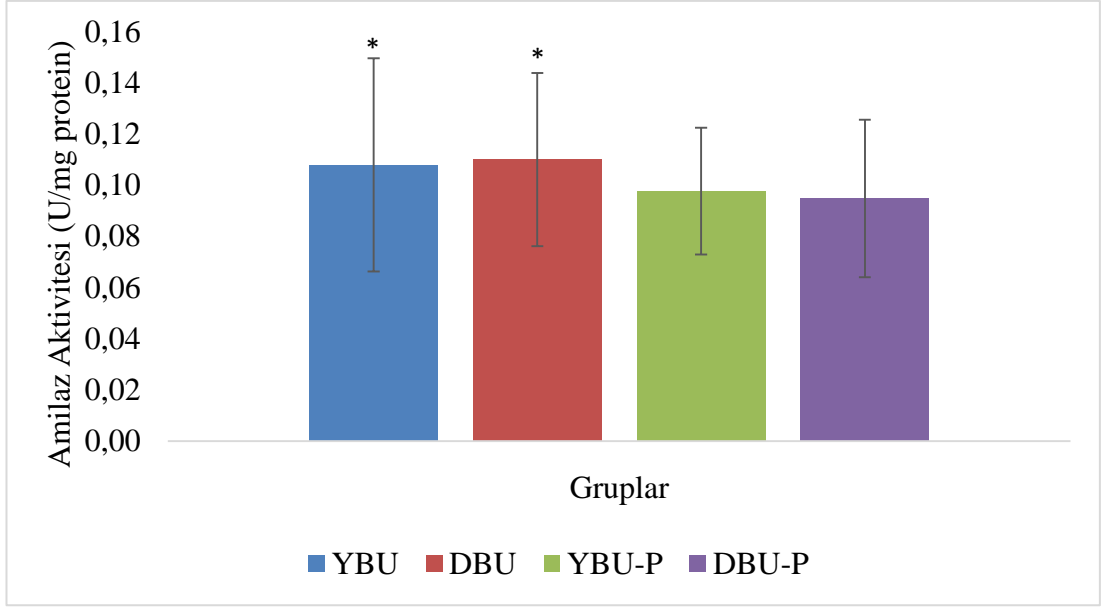
Çalışmada elde edilen pepsin aktivitesi Grafik 4.4.'te verilmiştir.



Grafik 4.4. Farklı oranlarda pancar unu içeren yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında pepsin aktivitesinde meydana gelen değişimler (U/mg protein). Küçük üstel ifadeler grupların aralarındaki farklılığı ifade eder.



Grafik 4.5. Farklı oranlarda pancar unu içeren yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında tripsin aktivitesinde meydana gelen değişimler (U/mg protein). Küçük üstel ifadeler grupların aralarındaki farklılığı ifade eder.



Grafik 4.6. Farklı oranlarda pancar unu içeren yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında pepsin aktivitesinde meydana gelen değişimler (U/mg protein). Küçük üstel ifadeler grupların aralarındaki farklılığı ifade eder.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında yemdeki balık unu seviyesinin ve yeme ilave edilen kırmızı pancar ununun balıkların büyüme performansı, vücut kompozisyonu, et rengi ve bazı spesifik olmayan immun parametreleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe son yıllarda balık unu fiyatlarının artmasından dolayı alternatif protein kaynaklarına arayış hızlanmıştır. Sadece alternatif protein kaynakları değil yem formülasyonlarında yapılan değişiklikler ile balığın büyüme performansı ve et kalitesinin artırılması yada balık unu temelli yemle beslenen balıklar ile aynı kalitede kalması sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmada yemdeki balık unu seviyesi azaltılarak yeme ilave edilen kırmızı pancar ununun en azından balıklarda yem tüketimi artırması hedeflenmiştir. Kırmızı pancarın içerdiğinde bulunan betain balıklarda iştahın artmasını sağlayan önemli bir bileşen olduğu ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Gökkuşluğu alabalığı yemlerinde (sabit balık unu % 22) hem kırmızı pancarın hem de betainin birlikte denenmiş olduğu bir çalışmada, yeme % 14 oranında ilave edilen kırmızı pancar ve % 0,9 betain balıkların büyüme performansının düşmesine sebep olmasına rağmen kontrol grubu ile arasında önemli bir farklılık tespit edilememiştir (Pinedo-Gil ve diğ., 2018). Bununla beraber, aynı çalışmada yeme daha yüksek (% 28) oranda kırmızı pancar ilavesi ve % 0,9 oranında betain ilavesi kontrol grubuna göre balıkların büyüme performansının önemli derecede düşmesine neden olmuştur. Betain balık yemlerinde yem katkı maddesi olarak kullanıldığı zaman yem tüketimini arttırmakta ve sonuç olarak büyüme performansının artmasına imkan tanımaktadır (Normandes ve diğ., 2006; Tiril ve diğ., 2008). Bununla beraber, bu çalışmada olduğu gibi bazı çalışmalarda yeme ilave edilen betain ve/veya kırmızı pancar unu yem tüketimini arttırmamış ve büyüme performansını iyileştirmemiştir (Duston ve diğ., 1993; García-Alcázar ve diğ., 1994). Bu çalışmada, kırmızı pancar unu içeren yemlerin protein verimlilik oranı düşmüş, yem değerlendirme oranı da artmıştır. Kırmızı pancar unu ilavesi alabalıkların büyüme performansını olumsuz yönde etkilemesinin nedeni olarak, ürünün içerisinde bulunan yüksek oranda selüloz oranı, tanin veya oksalet gibi bazı anti besleyici olmayan faktörlerin bulunmasına bağlanabilir (Shyamala ve Jamuna 2010, Lawal ve diğ., 2012; Focken ve diğ., 2015).

Balıkların hepatosomatik indeks (HSI) değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamasına rağmen yüksek oranda balık unu içeren gruba kırmızı pancar unu ilavesi balıkların HSI değerini düşürürken, düşük oranda balık unu içeren yemlere kırmızı pancar unu eklenmesi balıkların HSI değerini arttırmıştır. Benzer bulgulara iç organ oranı değerlerinde rastlanılmıştır. Bazı çalışmalarda yüksek oranda kırmızı pancar unu ile beslemeden sonra balıkların HSI ve IOO artmıştır (Pinedo-Gil ve diğ., 2018). Bu durum karbonhidrat kaynaklarının kullanıldığı başka balık türlerinde de benzer bulunmuştur (Tan ve diğ., 2006; Wu ve diğ., 2007). Karbonhidrat içeriği yüksek olan hammaddeler birçok balık tarafından enerji kaynağı olarak kullanılamaz, karaciğer biriktirilir ve karaciğerde lipit ve glikojene dönüşerek HSI değerinin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, kırmızı pancardaki polisakkarit yapısından lipit sentezinin nasıl gerçekleştiğine dair daha fazla çalışma yapılması gereklidir.

Bu tez çalışmasında hem düşük oranda balık unu seviyesi içeren ve hem de düşük/yüksek oranda balık unu içeren yemlerle beslenen balıkların karkas lipit seviyeleri düşmüştür. Bunun olası bir nedeni, yemdeki balık unu seviyesinin düşmesiyle mısır glütenu ve soya unu artmış dolayısıyla yemdeki amino asit dengesi değişmiştir. Balıkların için en önemli amino asitlerden birisi olan lizin balık ununda yüksek mısır glütenu de düşük oranda olduğu dikkate alındığında yemdeki lizin miktarının azalması kaçınılmazdır. Lizinin yokluğunun balıklarda daha düşük bir azot tutulmasına yol açtığı ve kalan amino asitlerin farklı metabolik yollar boyunca (glukoneojenez ve ketogenez) kanalize edildiği iyi bilinmektedir. Bu durum balık unu seviyesinin düşürüldüğü lizin gibi temel amino asitler bakımından yoksun hammaddelerin ilave edildiği çalışmalarda ortaya çıkan bir bulgudur. Yüksek oranda gosipol içeren pamuk tohumu küspesi ile beslenen balıklarda da benzer bir duruma rastlanılmıştır (Anderson ve diğ., 2016).

Çalışmada elde edilen SP aktivitelerine göre gruplar arasında bir farklılık gözlenmemiştir. Çalışmamıza benzer olarak Bilen ve Bulut (2010) defne yaprakları ile besledikleri gökkuşuğu alabalıklarını solunum patlaması üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını tespit etmiştir. Çalışmamızdan farklı olarak Şahan, Duman, Çolak, Çinar ve Bilgin (2017), farklı dozlarda kuşburnu (*Rosa canina*) içeren yemlerle besledikleri gökkuşuğu alabalıklarında yaptıkları çalışmada çalışmamızdan

farklı olarak SP değerlerinin arttığını tespit etmişlerdir. Çörek otu ile beslenen gökkuşığı alabalıklarında da çalışmamızdan farklı olarak SP değerlerinde artış gözlenmiştir (Altunoglu, Bilen, Ulu ve Biswas, 2017).

MPO aktiviteleri değerlendirildiğinde YBU tüm gruplar birbirinden farklı olmuştur. En yüksek MPO değeri YBU grubunda tespit edilmiştir. Buradan pancar unu kullanımına bağlı bir değişimden bahsetmek zordur. DBU-P diğer gruplardan farklı olarak artmıştır. Bilen, Altunoglu, Ulu ve Biswas (2016), kapari sulu metanolik özütü ile besledikleri gökkuşığı alabalıklarında artan bir myeloperoksidaz aktivitesi tespit etmişlerdir. Genel olarak yem katkıları ile balıkların beslenmesi sonucu MPO aktivitelerinde artış gözlenmektedir.

Lizozim aktivitesi YBU ve YBU-P içeren yemlere beslenen gökkuşığı alabalıklarında artış göstermiştir. Bu durum yine artan lizozim aktivitesinin doğrudan pancar unu ile ilgili olup olmadığını sorgulamaktadır. Benzer olarak Bilen, Ünal ve Güvensoy (2016) yaptıkları çalışmada ısırgan oyu ile besledikleri gökkuşığı alabalıklarının lizozim aktivitelerinde artışlar tespit etmişlerdir. Çalışmamızdan farklı olarak Bilen ve Bulut (2010) defne yaprağı ile besledikleri alabalıklarda lizozim aktivitesinde bir değişim gözlememişlerdir.. *Ducrosia anethifolia* esansiyel yağları içeren yemlerle beslenen gökkuşığı alabalıklarında çalışmamızdan farklı olarak bir değişim gözlemlememişlerdir (Vazirzadeh, Dehghan ve Kazemeini, 2017).

Amilaz karbonhidrat sindiriminde anahtar role sahip, pankreas tarafından salgılanan ve polisakkaritlerin bölümlenmiş kombibasyonlara (1:6), oligosakkarit ve glukozaya dönüştürür (Papoutsoglou ve Lyndon, 2003). Bu çalışmada amilaz aktivitesi YBU ve DBU gruplarında diğer gruplara oranla artış gözlenmiştir. Bu durumda amilaz aktivitesinin yüksek olması DBU grubunda yem içerisinde karbonhidrat kaynaklı kırmızı pancar ununun olması ile ilişkilendirilebilir. Çalışmamıza benzer olarak karbonhidrat içeriği yüksek pitiñç unu ile beslenen noktalı mercan balıklarında (*Pagellus bogaroveo*) amilaz aktivitesinde artışlar gözlenmiştir (Costanzo ve ark., 2011). Bundan farklı olarak mersin balıklarının (*A. schrenckii*) soya izole proteini ile beslenmesi sonucu amilaz aktivitesinde azalmalar tespit etmişlerdir.

Pankreatik serin proteazı olan tripsin proenzim olarak asiner hücrelerinden bağırsak içerisinde salgılanmaktadır (Kishimura ve Hayashi, 2002). Bu çalışmada gruplar içerisinde sadece DBU grubunda tripsin aktivitesi önemli derecede artmıştır. Diğer tüm grupların tripsin aktiviteleri benzerlik göstermiştir. DBU grubuna benzer olarak Hindistan sazanlarının (*Labeo bata*) dut yaprağı unu ile beslenmeleri sonucu artan bir tripsin aktivitesi gözlenmiştir. Benzer olarak pirinç proteini ile beslenen mercan balıklarında (*Pagellus bogaroveo*) da tripsin aktivitesinde artışlar gözlenmiştir. Bu sonuçlardan farklı olarak mercan balıklarını beslemede kullanılan soya ununun (Murashita ve ark., 2015), yine soya ürünleri ile beslenen sinaritlerde balıklarında (*Sparidentex hasta*) tripsin aktivitelerinde azalma gözlenmiştir.

Pepsin mide içerisinde bulunan ve proteinlerin sindirilmesinde görevli bir enzimdir (Alarcón, Moyano ve Díaz, 1999). Çalışma sonunda en yüksek tripsin aktiviteleri YBU ve YBU-P gruplarında gözlenmiştir. Bu gruplar içerisinde yüksek oranda balık unu içermesi ve protein kaynağı dolayısıyla pepsin aktivitesinin artmasının nedeni olarak ifade edilebilir. Bu sonuçlar acıbakla, mango ve ısırgan otu ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında elde edilen pepsin aktiviteleri ile benzerlik göstermektedir (Costanzo ve ark., (2011).

Sonuç olarak, bu çalışmanın temel amacı farklı protein kaynaklı yemlere ek olarak kırmızı pancar unu kullanımının özellikle balıkların et renklerinde meydana getireceği değişim ve bağışıklık ve sindirim enzimleri zerindeki etkilerinin ortaya konmasıydı. Bu bağlamda ilk olarak pancar unu kullanımının balıkların et rengi üzerinde önemli bir etkisini olmadığı söylenebilir. Buna ek olarak pancar unu kullanımının kullanılmayan durumlara kıyasla bağışıklık yanıt üzerinde de önemli bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Altunoğlu, Y.C., Bilen, S., Ulu, F., Biswas, G., (2017). Immune responses to methanolic extract of black cumin (*Nigella sativa*) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Fish Shellfish Immunol.* 67, 103–109.
- Alarcón, F. J., Moyano, F. J., and Díaz, M. (1999). Effect of inhibitors present in protein sources on digestive proteases of juvenile sea bream (*Sparus aurata*). *Aquatic Living Resources*, 12(4), 233-238.
- A.D. Anderson, M.S. Alam, W.O. Watanabe, P.M. Carroll, T.C. Wedegaertner, M.K. Dowd, (2016). Full replacement of menhaden fish meal protein by low-gossypol cottonseed flour protein in the diet of juvenile black sea bass *Centropristis striata* *Aquaculture*, 464 (2016), pp. 618-628.
- AOAC Association of Official Analytical Chemists, (1990). Official Methods of Analysis. 15th edn. AOAC, Ğ . Arlington, VA.
- Awad, E., Austin, B. (2010). Use of lupin, *Lupinus perennis*, mango, *Mangifera indica*, and stinging nettle, *Urtica dioica*, as feed additives to prevent *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 33(5), 413-420.
- Awad E, Austin D, Lyndon AR., 2013. Effect of black cumin seed oil (*Nigella sativa*) and nettle extract (Quercetin) on enhancement of immunity in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture*; 388–391: 193–197.
- Awad, E., Austin, D., 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.
- Benedito-Palos, L., Ballester-Lozano, G. F., Simó, P., Karalazos, V., Ortiz, A., Calduch-Giner, J., et al. (2016). Lasting effects of butyrate and low FM/FO diets on growth performance, blood haematology/biochemistry and molecular growth-related markers in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* 454, 8–18. doi: 10.1016/j.aquaculture.2015.12.008.
- Bilen, S., Bulut, M. (2010). Effects of laurel (*Laurus nobilis*) on the non-specific immune responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum). *Journal of Veterinary and Animal Advances*, 9(8), 1275-1279. DOI: 10.3923/javaa.2010.1275.1279.
- Bilen, S., Bulut, M., Bilen, A.M., (2011). Immunostimulant effects of *Cotinus coggyria* on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish & Shellfish Immunology* 30, 451–455.
- Bilen, S., Bilen, A.M., 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.

- Bilen, S., Altunoğlu, Ç.Y., Ulu, F., Biswas, G. (2016). Innate immune and growth promoting responses to caper (*Capparis spinosa*) extract in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish and Shellfish Immunology*, 57, 206-212. DOI: 10.1016/j.fsi.2016.08.040
- Bilen, S., Ünal, S., Güvensoy, H., (2016). Effects of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) and nettle (*Urtica dioica*) methanolic extracts on immune responses and resistance to *Aeromonas hydrophila* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture* 454 90e94.
- Cheng, Z.J., Hardy, R.W., Usry, J.L., 2003. Effects of lysine supplementation in plant protein-based diets on the performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and apparent digestibility coefficients of nutrients. *Aquaculture* 215, 255 – 265.
- Choubert, G. and Heinrich, O. (1993) Carotenoid pigments of the green alga *Haematococcus pluvialis*: assay on rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, pigmentation in comparison with synthetic astaxanthin and canthaxanthin. *Aquaculture* 112, 217–226.
- Christiansen, J. ve Wallace, J.C., (1988). Deposition of Canthaxanthin and Muscle Lipid end two Size Groups of Charr (*Salvelinus alpinus*, Line), *Aquaculture*, 69 (1988), pp. 69-78.
- Costanzo, M., Palmegiano, G. B., Caruso, G., Gai, F., Daprà, F., Maricchiolo, G., Micale, V. and Genovese, L. (2011). Alternative Dietary Sources in Feeding of Blackspot Sea Bream *Pagellus bogaraveo* (Brunnich, 1768). *Open Marine Biology Journal*, 5, 12-23.
- Diler, İ., Gökoğlu, N., (2004). Investigation of the sensory properties of the flesh of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets with astaxanthin, shrimp waste meal and red pepper meal, *European Food Research and Technology*. 219:217-222.
- Duston J. 1993. Effects of dietary betaine and sodium chloride on seawater adaptation in Atlantic salmon parr (*Salmo salar L.*). *Comp Biochem Phys A*. 105:673–677.
- Ergün, S., Erdem, M., (2000) Doğal ve sentetik karotenoid kaynaklarının gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) pigmentasyona etkisi, *Turk J VET. Anim Sci* 24:393–402.
- Erlanger, B. F., Kokowsky, N., and Cohen, W. (1961). The preparation and properties of two new chromogenic substrates of trypsin. *Archives of biochemistry and biophysics*, 95(2), 271-278.
- Francis G, Makkar HPS & Becker K (2001a). Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture* 199, 197–227.

- Focken U, Krome C, Jauncey K 2015. Do oxalates from plant-based aquafeeds impede growth of common carp *Cyprinus carpio*? VII International Conference “Water & Fish” – ZbornikPredavanja 49–55.
- García-Alcázar A, Abellan E, Dehesa MR, Arizcun M, Delgado J, Ortega A. 1994. Pregrowth and growth for sea bream (*Sparus aurata* L.) and sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) with different fat/protein ratios. Boletín Instituto Español De Oceanografía. 10:191–201.
- Gaylord, T.G., Barrows, F.T., 2009. Multiple amino acid supplementation to reduce dietary protein in plant-based rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, feeds. Aquaculture 287, 180–184.
- Glencross, B.D., Booth, M., Allan, G.L., 2007. A feed is only as good as its ingredients: a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. Aquaculture Nutrition 13, 17–34.
- Grey, M., Forster, I., Dominy, W., Ako, H., Giesen, A.F., 2009. Validation of a feeding stimulant bioassay using fish hydrolysates for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. J. World Aquac. Soc. 40, 547–555.
- Guojun, Yin, Galina, Jeney, Timea Racz, Pao Xu, Xie Jun, Zsigmond Jeney, 2006. Effect of two Chinese herbs (*Astragalus radix* and *Scutellaria radix*) on non-specific immune response of tilapia, *Oreochromis niloticus*, Aquaculture, Volume 253, Issues 1–4, 31 March 2006, Pages 39-47.
- Guroy D., Guroy B., Merrifield D.L., Tekinay A.A., Davies S.J. & Sahin I. (2012a) Effects of fish oil and partial fish meal substitution with oilseed oils and meals on growth performance, nutrient utilization and health of the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture International 20, 481–497.
- Hardy, R.W., 2010. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. Aquaculture Research 41, 770–776.
- Immanuel, G., R. P. Uma, P. Iyapparaj, T. Citarasu, S. M. Punitha Peter, M. Michael Babu, A. Palavesam, (2009). Dietary medicinal plant extracts improve growth, immune activity and survival of tilapia *Oreochromis mossambicus*, Journal of Fish Biology, Volume 74, Issue 7, Pages 1462-1475.
- Iwamoto, R.N., Myers J.M., Hersberger, W.K. (1990). Heritability and genetic correlations for flesh coloration in Penreared and Coho Salmon, Aquaculture, 86, pp. 181- 190.
- Julia Pinedo-Gil, Ana Tomás-Vidal, Miguel Jover-Cerdá, Cristina Tomás-Almenar, Miguel Ángel Sanz-Calvo & Ana Belén Martín-Diana (2017) Red beet and betaine as ingredients in diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effects on growth performance, nutrient retention and flesh quality, Archives of Animal Nutrition, 71:6, 486-505, DOI: 10.1080/1745039X.2017.1391503
- Kader, M.A., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S., Bulbul, M., 2010. Supplemental effects of some crude ingredients in improving nutritive values

- of low fishmeal diets for red sea bream, *Pagrus major*. *Aquaculture* 308, 136–144
- Kamalam, B.S., Medale, F., Panserat, S., 2016. Utilisation of dietary carbohydrates in farmed fishes: new insights on influencing factors, biological limitations and future strategies. *Aquaculture*, 132(2), 485-490.
- Keleştemur G., Çoban Ö., Tuna (2010). “Farklı oranlardaki sentetik β -karotenin alabalık (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) filetolarında kas karotenoid stabilitesi ve lipid peroksidasyon düzeyine etkileri,” *F.Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg.*, vol. 25, no. 1, pp. 17- 21,.
- Kishimura, H., & Hayashi, K. (2002). Isolation and characteristics of trypsin from pyloric caeca of the starfish *Asterina pectinifera*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 132, 485–490.
- Kousoulaki, K., Østbye, T.-K.K., Krasnov, A., Torgersen, J.S., Mørkøre, T., Sweetman, J., 2015. Metabolism, health and fillet nutritional quality in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing n-3 rich microalgae. *JNS* 4 (e24), 1–13.
- Krogdahl, A., Penn, M., Thorsen, J., Refstie, S., & Bakke, A. M. (2010). Important antinutrients in plant feedstuffs for aquaculture: an update on recent findings regarding responses in salmonids. *Aquaculture Research*, 41, 333e344.
- Lawal, M.O., Aderolu, AZ, Ajayi JA, Soyinka, OO. (2012). Dietary effects of yam peels on the growth and hematology of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) juveniles. *The Zoologist*. 10:13–17.
- Lorenz, R.T., Cysewski GR. (2000). Commercial potential for *Haematococcus microalgae* as a natural source of astaxanthin. *Trends in Biotechnology*;18(4): 160–7.
- Matos E, Gonçalves A, Bandarra N, Colen R, Nunes ML, et al. (2012) Plant proteins and vegetable oil do not have detrimental effects on post-mortem muscle instrumental texture, sensory properties and nutritional value of gilthead seabream. *Aquaculture* 358: 205–212.
- Moyano, F. J., Díaz, M., Alarcón, F. J., Sarasquete, M. C. (1996). Characterization of digestive enzyme activity during larval development of gilthead seabream (*Sparus aurata*), *Fish Physiology and Biochemistry*, April 1996, Volume 15, Issue 2, pp 121–130.
- Murashita, K., Fukada, H., Takahashi, N., Hosomi, N., Matsunari, H., Furuita, H., Oku, H. and Yamamoto, T. (2015). Effect of Feed Ingredients on Digestive Enzyme Secretion in Fish. *Bulletin of Fisheries Research Agency*, 40, 69-74.
- Normandes EB, Barreto RE, Carvalho RF, Delicio HC. 2006. Effects of betaine on the growth of the fish piauçu, *Leporinus macrocephalus*. *Braz Arch Biol Techn.* 49:757–762.

- No, H.K., Storebakken T. Pigmentation of Rainbow Trout with astaxanthin at different water temperatures, *Aquaculture*, 97 (1991), pp. 203-216.
- Nya, E.J., Austin, B. (2011). Development of immunity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) to *Aeromonas hydrophila* after the dietary application of garlic. *Fish & Shellfish Immunology*, 30(3), 845-850.
- Papoutsoglou, E. S., and Lyndon, A. R. (2003). Distribution of α -amylase along the alimentary tract of two Mediterranean fish species, the parrotfish *Sparisoma cretense* L. and the stargazer, *Uranoscopus scaber* L. *Mediterranean Marine Science*, 4(2), 115-124.
- Quade M.J., Roth J.A., (1997). A rapid, direct assay to measure degranulation of bovine neutrophil primary granules. *Veterinary Immunology and Immunopathology*;58:239e48.
- Ribeiro, L., Moura, J., Santos, M., Colen, R., Rodrigues, V., Bandarra, N., Soares, F., Ramalho, P., Barata, M., Moura, P., Poiso-Ferreira, P., Dias, J., 2015. Effect of vegetable based diets on growth, intestinal morphology, activity of intestinal enzymes and haematological stress indicators in meagre (*Argyrosomus regius*). *Aquaculture* 447, 116–128.
- Sardar, P., Abid, M., Randhawa, H.S., Prabhakar, S.K., 2009. Effect of dietary lysine and methionine supplementation on growth, nutrient utilization, carcass compositions and haemato-biochemical status in Indian Major Carp, Rohu (*Labeo rohita* H.) fed soy protein based diet. *Aquacult. Nutr.* 15, 339–346.
- Sarker, M.S.A., Satoh, S., Kamata, K., Haga, Y., Yamamoto, Y., 2012b. Supplementation effect(s) of organic acids and/or lipid to plant protein-based diets on juvenile yellowtail, *Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel 1845, growth and, nitrogen and phosphorus excretion. *Aquaculture Research* 43, 538–545.
- Suzer C, Çoban D, Kamaci HO, Saka S, Firat K, Otgucuoglu Ö, et al. Lactobacillus spp. bacteria as probiotics in gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) larvae: effects on growth performance and digestive enzyme activities. *Aquaculture* 2008;280:140e5.
- Shankar R, Murthy HS, Pavadi P, Thanuja K. 2008. Effect of betaine as a feed attractant on growth, survival, and feed utilization in fingerlings of the Indian major carp, *Labeo rohita*. *Isr J Aquacul – Bamidgeh*. 60:95–99
- 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 & Shellfish Immunology*, 31(6), 1268-1269.
- Shepherd, C. J., Monroig, O. & Tocher, D. R. Future availability of raw materials for salmon feeds and supply chain implications: The case of Scottish farmed salmon. *Aquaculture* 467, 49–62 (2017).

- Siwicki, A.K., Anderson, D.P., Rumsey, G.L., 1994. Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects non-specific immunity and protection against furunculosis. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 41, 125–139.
- Siwicki A. K., Anderson, D.P. (1993). Immunostimulation in fish: measuring the effects of stimulants by serological and immunological methods. Pages 1–24 in A. K. Siwicki, and D. P. Anderson, editors. *The Nordic Symposium on Fish Immunology*, Lysekil, Sweden..
- Shyamala BN, Jamuna P. 2010. Nutritional content and antioxidant properties of pulp waste from *Daucus carota* and *Beta vulgaris*. *Mal J Nutr.* 16:397–408.
- Şahan, A., Duman, S., Çolak, S. Ö., Çınar, E., 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.
- Tacon AGJ & Metian M (2015) Feed matters: satisfying the feed demand of aquaculture. *Rev Fisher Sci Aquacult* 23, 1– 10Torissen, O.J. et al. (1989). Pigmentation of salmonids – carotenoid deposition and metabolism. *CRC Crit. Rev. Aquat. Sci.* 1, 209–225.
- Tiril SU, Alagil F, Yagci BF, Aral O. 2008. Effects of betaine supplementation in plant protein based diets on feed intake and growth performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Isr J Aquacult-Bamid.* 60:57–64.
- Tan Q, Xie S, Zhu X, Lei W, Yang Y. 2006. Effect of dietary carbohydrates sources on growth performance and utilization for gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) and Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris* Günther). *Aquacult Nutr.* 12:61–70.
- Vazirzadeh, A., Dehghan, F., Kazemeini, R., (2017). Changes in growth, blood immune parameters and expression of immune related genes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in response to diet supplemented with *Ducrosia anethifolia* essential oil, *Fish Shellfish Immunol.* 69: 164–172.
- Waagbo R, Berntssen M, Danielsen T, Helberg H, Kleppa A, et al. (2013) Feeding Atlantic salmon diets with plant ingredients during the seawater phase – a full-scale net production of marine protein with focus on biological performance, welfare, product quality and safety. *Aquacult Nutr* 19: 598-613.
- Wang, Y., Guo, J. L., Bureau, D. P., and Cui, Z. H. (2006). Replacement of fish meal by rendered animal protein ingredients in feeds for cuneate drum (*Nibea miichthioides*). *Aquaculture*, 252(2), 476-483.
- Worthington, C. C., (1991). *Worthington enzyme manual related Biochemical*. Freehold, New Jersey, USA.
- Worthington, V. (1993). *Worthington Enzyme Manual. Enzymes and Related Biochemicals* Worthington Chemical, New Jersey, US. 399 pp.

Wu XY, Liu YJ, Tian LX, Mai KS, Yang HJ. 2007. Utilization of several different carbohydrate sources by juvenile yellowfin seabream (*Sparus latus*). J Fish China. 31(4):463–471.

Yeşilayer, N., Doğan, G., Erdem, M., (2008). Balık yemlerinde doğal karotenoid kaynaklarının kullanımı, Journal of Fisheries Sciences, 2 (3), pp:241-251.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Cemile ARSLAN
Doğum Yeri ve Yılı : 1986-Ankara
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : cemilearslan.7837@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Ankara Abidinpaşa Lisesi
Lisans : Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi