

T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

FARKLI ORANLARDA FINDIK, SOYA KÜSPESİ, BALIK UNU VE
FİTAZ İÇEREN RASYONLARIN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss*) YAVRULARININ GELİŞİMİ ÜZERİNE
ETKİLERİ

Adil YILAYAZ

Danışman
Doç. Dr. Orhan DEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2019



© 2019 [Adil YILAYAZ]

TEZ ONAYI

Adil YILAYAZ tarafından hazırlanan " Farklı Oranlarda Fındık, Soya Küspesi, Balık Unu ve Fitaz İçeren Rasyonların Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yavrularının Gelişimi Üzerine Etkileri " adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Doç. Dr. Orhan DEMİR



Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Sevgi SAVAŞ



Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ
Akdeniz Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Yusuf UÇAR

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Adil YILAYAZ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	18
3.1. Deneme Ortamı ve Koşulları	18
3.1.1. Deneme yeri, süresi, materyali.....	18
3.1.2. Deneme rasyonları.....	18
3.2. Yöntem.....	21
3.2.1. Denemenin planlanması ve kurulması.....	21
3.2.2. Deneme suyunun fizikokimyansal kalitesi.....	22
3.2.3. Kimyasal analizler	23
3.2.3.1. Kuru madde	23
3.2.3.2. Ham protein.....	24
3.2.3.3. Ham yağ.....	24
3.2.3.4. Ham kül	24
3.2.3.5. Kromik oksit	25
3.2.3.6. Fitik asit analizi.....	25
3.2.3.7. Fosfor analizi	25
3.2.3.8. Toplam enerji	26
3.2.3.9. İstatiksel analiz	26
3.2.3.10. Hesaplamalar	26
3.2.4.11. Büyüme parametrelerinin hesaplanması	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	29
4.1. Büyüme ve Yemden yararlanma performansı	29
4.2. Viserosomatik İndeks (VSI), Karkas Randımanı (KR), Kondüsyon Faktörü (KF) ve Hepatosomatik İndeks (HSİ) Verileri	31
4.3. Vücut Kompozisyonu	32
4.4. Deneme Yemlerinin Sindirimi	33
4.5. Azot Fosfor Kullanımı	33
4.6. Tahmini atık, Partikül Azot, Fosfor ve Çözünmüş Azot, Fosfor Salınımı.....	37
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	40
KAYNAKLAR	48
ÖZGEÇMİŞ.....	57

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI ORANLARDA FINDIK, SOYA KÜSPESİ, BALIK UNU VE FİTAZ İÇEREN RASYONLARIN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) YAVRULARININ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Adil YILAYAZ

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Orhan DEMİR

Bu çalışmada, balık unu proteini (BUP), fındık küspesi proteini (FKP) ve soya küspesi proteinlerini (SKP) farklı oranlarda, ayrıca fitaz enzimi ilavesiz (-) ve ilaveli (+) içeren ham protein değerleri (%42 HP) eşit olan deneme rasyonlarının (R₁₋, R₁₊ = % 30 BUP + % 35 FKP + % 35 SKP; R₂₋, R₂₊ = % 40 BUP + % 30 FKP + % 30 SKP; R₃₋, R₃₊ = % 50 BUP + % 25 FKP + %25 SKP) gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavrularının (27,82±0,04g) büyüme parametrelerine, vücut kimyasal kompozisyonuna, organ indekslerine, yemin sindirilebilirliğine, fosfor ve azotun salınımına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma 6 farklı grupta 3 tekerrürlü ve her grupta rastgele dağıtılmış 20 adet balık olmak üzere 18 adet deneme tankında yürütülmüştür. Deneme süresi 75 gün planlanmış, ölçümler 15 günde bir yapılmıştır. Deneme gruplarına günlük vücut ağırlıklarının %2'si oranında yem verilmiştir. Deneme sonu canlı ağırlık 80,6-92,2g, canlı ağırlık artışı 52,8-64,3g, yem tüketimi 64,1-72,1g/balık, yem dönüşüm oranı 1,12-1,22, spesifik büyüme oranı % 1,42-1,6 ve protein etkinlik oranı 1,79-2,0 arasında değişmiştir. Rasyon protein kaynağı bu özellikler üzerine anlamlı etki yapmıştır (P<0,05). Deneme rasyonları ile beslenen deneme grubu gökkuşağı alabalığı yavrularının organ indeksleri, vücut kimyasal kompozisyonları ve görünür sindirim katsayıları arasındaki farklılıklar önemsiz, ancak fitaz rasyon fosforunun sindirimi ve sindirilebilir enerji değerleri arasında farklılıklar ise önemli bulunmuştur (P<0,05). Deneme gruplarının viserosomatik (VSI), hepatosomatik (HSI) indeks, kondisyon faktörü (KF) değerleri sırasıyla %12,9-14, %1,17-1,40 ve 1,40-1,45 olarak hesaplanmıştır. Deneme sonu balık vücutlarının kuru madde (KM), ham kül (HK), ham yağ (HY), ham protein (HP) ve fosfor bileşenleri sırasıyla %30,7-31,8, %2,2-2,3, %11,8-12,8,%14,5-15,2 ve %0,56-0,62 olarak bulunmuştur. Deneme rasyonların KM, lipit, protein, fosfor ve enerjinin sindirilme oranları sırayla %50-62, %93-96, %79-84, %66-76 olarak tespit edilmiştir. Yem faktörleri deneme grubu balıkların vücut kimyasal kompozisyonlarına, organ indekslerine ve yemlerin sindirilebilirliği üzerine etkilerinin önemsiz olduğu bulunmuştur. Denemede Yem*Fitaz etkileşimi önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte tüm deneme gruplarında da toplam azot (N), partikül azot, partikül fosfor (P), toplam katı madde (atık) salınım değerleri arasındaki farklılıkların da

önemsiz olduğu, buna karşın toplam fosfor, çözünmüş fosfor ve çözünmüş azot salınım değerleri arasındaki farklılıklar ise önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Ayrıca fitaz enzimi içeren deneme rasyonlarıyla beslenen bütün gruplarda toplam fosfor, çözünmüş fosfor ve çözünmüş azot deşarj miktarlarının artmasına karşın partikül fosfor deşarj miktarı azalmıştır ($P<0,05$). Deneme grubu balıkların toplam azot, tüketimi, kazancı ve tutumu günlük ortalama ağırlık üzerinden 1139-1173 mg/kg, 315-350 mg/kg, %27,2-30,6 ve toplam fosfor tüketimi, kazancı ve tutumu 248-279 mg/kg, 73-82 mg/kg ve %26-33 olarak hesaplanmıştır. Denemede tüm hesaplamalarda “rasyon protein kaynağı (RPK)*Fitaz (F)” faktörleri arasında etkileşimin (interaksiyonun) önemsiz olduğu bulunmuştur. Deneme rasyonlarında fitaz enzimi kullanımı çözünmüş azot, toplam fosfor ve çözünmüş fosfor deşarj miktarının artışına, fındık küspesi ve soya küspesinin rasyonlarda kullanım miktarının azalmasına ya da balık unu miktarının artışına bağlı olarak da tüm deneme gruplarından salınan çözünmüş fosfor miktarının düşüşüne, ancak fitaz enzimini içeren rasyonlarla beslenen tüm gruplarda ise çözünmüş fosfor artışına yol açmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fındık, Soya küspesi, Balık unu, Fitaz, Alabalık

2019, 57 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECTS OF DIFFERENT RATIOS CONTAINING HAZELNUT MEAL, SOYBEAN MEAL, FISH TOGETHER WITH PHYTASE ENZYMES IN THE DIETS ON THE RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) JUVENILES

Adil Yılmaz

Isparta University of Applied Sciences
The Institute for Graduate Education
Department of Fisheries, Aquaculture Department

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Orhan DEMİR

In this study, the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles were fed with containing different ratio of fish meal (FM), different ratio hazelnut meal (HM) and soybean meal (SM) (in the crude protein of diet: D₁= 30% FM + 35% HM +35% SM; D₂= 40% FM+ 30% HM+ 30% SM; D₃= 50 %FM+ 25% HM+ 25% SM) together with having different ratio of phytase (without enzymes “-“ D₁₋, D₂₋, D₃₋, adding phytase “+” 1000 FTU, D₁₊, D₂₊, D₃₊), isonitrogenously six (D₁₋, D₁₊, D₂₋, D₂₊, D₃₋, D₃₊) experiment diets using. Effects of these diets on the rainbow trout juveniles’ development, body chemical compositions, organ indexes, feed digestibility, nitrogen and phosphorus release were investigated and aimed. The study was carried out on in 6 different groups, including 3 replicates and 20 (initial mean body weight= (27,82 ±0,04 g) fish distributed randomly in each group (18 trial tanks). The experiment period was 75 days, and 2% of the daily body weights were fed, and the measurement were carried out every 15 days. Final weight, feed consumption, feed conversion ratio, specific growth ratio and the protein efficiency ratio of the trial groups were calculated as 52.8-64.3g, 64.1-72.1g/fish, 1.12-1.22, 1.42-1.6% and 1.79-2.0, respectively. Dietary protein source had a significant effect on these parameters (P <0.05). Dietary protein source had a significant effect on these parameters (P <0.05). The dietary factors did not produce a significant effect on the organ indexes, body chemical composition, digestibility ratios of diets in the fish (P>0.05). But phytase enzyme affected significantly the dietary phosphorus ratio and the digestible energy ratio (P<0.05). Values of viscerosomatic index, hepatosomatic index and condition factor in trial groups were calculated as 12,9-14%, 1,17-1,40 and 1,40-1,45, respectively. Final dry matter, crude ash, crude lipid, crude protein of diets and phosphorus components in fish body were found to be 30,7-31,8%, 2,2,2,3,3%, 11,8-12,8,8%, 14,5% -15,2% and 0,56-0,62% respectively. Digestibility rate of the dietary dry matters, lipid and protein phosphorus were varied from 50-62%, 93%-96%, 79-84% and 66-76 % respectively. The dietary factors did not produce a significant effect on the organ indexes, body chemical composition, digestibility ratios of diets in the fish (P>0.05). In the experiment Feed*Fitaz interaction was found to be insignificant. However, the difference between the total nitrogen (N), particulate nitrogen (N), particulate phosphorus

(P) and total solid discharge values is insignificant in all experimental groups, while the total phosphorus, dissolved phosphorus and dissolved nitrogen discharge values differences were found significant ($P < 0.05$). In addition, the total phosphorus, dissolved phosphorus and dissolved nitrogen discharge amounts were increased in all the groups fed with experimental diets containing phytase enzyme but the amount of phosphorus discharge was decreased ($P < 0,05$). In trial group fishes, values of total nitrogen and phosphorus consumption, gain and retention were calculated as 1139-1173 mg/kg versus 248-279 mg/kg, 315-350 mg/kg versus 73-82 mg/kg, 27,2-30,6% versus 26-33%, based on the average daily weight. In all the calculations relating to trials, the interaction between dietary protein source and phytase factors were found to be statistically non-significant. The use of the phytase enzyme in the experiment diets increased the amount of dissolved nitrogen, total phosphorus and dissolved phosphorus discharge, the amount of dissolved phosphorus released from all the experimental groups due to the decrease in the amount of use of the hazelnuts meal and soybeans meal in diets or the increase in the amount of fish meal, but also increased phosphorus levels in all groups fed with diets containing the phytase enzyme ($P < 0,05$).

Keywords: Hazelnut, Soybean, Fish meal, Phytase, Trout.

2019, 57 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Orhan DEMİR'e teőekkürlerimi sunarım. Denemelerimi gerçekteştirdiğim ve görev yaptığım, Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretme ve Eğitim Enstitüsü müdürü ve idaresine, tezimin farklı aşamalarında yardımcı olan, Doç. Dr Hüseyin Sevgili, Doç. Dr Mahir KANYILMAZ, Dr. Mehmet Ali Turan Koçer laboratuvar analizlerinde yardımcı olan, Faruk PAK ve Dr. Özgür AKTAŐA'a ve dolaylı olarak katkılarından dolayı Őakir EGE, Filiz KIŐTİN, Ilıksu Balıkları Üretimi çalışanlarına, Ayhan Alp alabalık işletmesine, Kağsan Karadeniz Gıda ve Tarım Sanayi A.Ő çalışanlarına, çalışmalarımnda zamanlarından çaldığım eşim Őirvan ve oğlum Tolga ya teőekkürlerimi borç bilirim.

4343-YL1-15No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Adil YILAYAZ
ISPARTA, 2019

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Deneme yemlerinin hazırlanma aşamaları a; Yem ham maddelerinin öğütülmesi, b; Öğütülen yem ham maddeleri, c; Yemlerin karışım aşaması, d; Kuru peletleme.....	20
Şekil 3.2. Deneme tankları.....	21
Şekil 3.3. a; Yemlerin tartımı, b; Yemleme, c; Sıcaklık, Oksijen ölçümü d; Boy, ölçümü, e; İçorganların tartımı, f; Balık örneği.....	23



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Deneme rasyonlarında kullanılan balık unu, soya küspesi ve fındık küspelerinin toplam ham protein oransal katılımları ve fitaz içerikleri.....	19
Çizelge 3.2. Deneme rasyonlarının yapısına giren hammaddeler ve katılma oranları(%).....	19
Çizelge 3.3. Denemede kullanılan yemlerin besin madde içerikleri (Kuru madde % üzerinden).....	20
Çizelge 3.4. Deneme süresince elde edilen sıcaklık, oksijen, PH değerleri ve Mayıs, Temmuz ayları su analiz sonuçlar.....	22
Çizelge 4.1. Farklı düzeylerde balık unu proteini, bitkisel protein ile fitaz içeren ve içermeyen rasyonların gökkuşağı alabalığının büyüme ve yemden yararlanma performansı üzerine etkilerine ait veriler.....	30
Çizelge 4.2. Farklı düzeylerde balık unu, bitkisel protein ve fitaz ilavesinin gökkuşağı alabalığının organ indeksleri üzerine etkileri.....	32
Çizelge 4.3. Farklı düzeylerde balık unu, bitkisel protein ve fitaz ilavesinin gökkuşağı alabalığının vücut kompozisyonu üzerine etkileri.....	33
Çizelge 4.4. Farklı düzeylerde balık unu, bitkisel protein ve fitaz ilavesi ile beslenen grupların görünür besin madde sindirim katsayıları.....	34
Çizelge 4.5. Farklı düzeylerde balık unu, bitkisel protein ve fitaz ilavesi içeren rasyonlarla beslenen grupların azot, fosfor kullanımlar.....	36
Çizelge 4.6. Deneme gruplarında tahmin edilen katı atık, toplam azot (N), fosfor (P) kaybı, partikül azot (N), fosfor (P) ve çözünmüş azot (N), fosfor (P) verileri (kg/ton balık).....	37

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

cm	Santimetre
CAA	Canlı Ağırlık Artışı
FAO	Food and Agriculture Organization
FK	Fındık Küspesi
FTU	Fitaz Aktivite Birim
g	Gram
g/kg	Gram/Kilogram
GC	Gaz kromatografisi
HSİ	Hepatosomatik İndeks
IU	İnternasyonal ünite
KF	Kondisyon Faktörü
KM	Kuru Madde
KR	Karkas Randımanı
kg	Kilogram
kg/ton	Kilogram/ton
KOH	Potasyum hidroksit
l	Litre
M	Mol
mmol	Milimol
µmol	Mikromol
max	Maksimum
mg	Miligram
min	Minimum
mm	Milimetre
N	Azot
O ²	Oksijen
OA	Ortalama Ağırlık
OB	Oransal Büyüme
OFI	Ornamental Fish International
PEO	Protein Etkinlik Oranı
PU	Fitaz Aktivite Birim
rpm	Dakikadaki devir sayısı
RPK	Rasyon protein kaynağı
SBO	Spesifik Büyüme Oranı
VSİ	Viserosomatik İndeks
YDO	Yem dönüşüm Oranı
U	Fitaz Aktivite Birim
%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
µ	Mikron
m ³	Metre Küp

1. GİRİŞ

İnsanların besin ihtiyaçları, dünya nüfusuna paralel olarak artmış, bu gereksinimlerini farklı kaynaklardan özellikle de dengeli besinlerle ekonomik yoldan karşılama arayışları su ürünlerine olan talebin artmasını sağlamıştır. Bu talep artışıyla birlikte avcılıkta da bir artış söz konusu olmuş ancak avcılıktan elde edilen miktarın bu talebi karşılaması mümkün olmadığı için talebin yetiştiricilik yoluyla karşılanmasını zorunlu hale getirmiştir. 1950'li yıllarda bir milyon tondan az olan su ürünleri yetiştiriciliğinin (su bitkileri hariç), 2015 yılında 76,6 milyon tona ulaşmıştır (FAO, 2015). 2015 yılında avcılık yoluyla sağlanan toplam su ürünleri üretimi ise 92,6 milyon ton (su bitkileri hariç) civarındadır (FAO, 2015).

Günümüzde, su ürünleri yetiştiriciliği en hızlı büyüyen gıda sektörlerinden biridir (FAO, 2004). Su ürünleri yetiştiriciliği; sucul organizmaların biyolojik gelişim evrelerine göre optimum çevresel koşulların kontrollü olarak sunulmasıyla, su kaynaklarının ekolojik yapılarını ve dengelerini bozmadan, doğal stoklar üzerindeki av baskısını azaltarak stokları koruyan, ekonomik prensipleri dikkate alan çok sayıda bilim dalları ve çeşitli sektörlerle ilişkisi olan önemli bir üretim ve bilim alanıdır (Demir, 2011).

Demir (2011)'de yaptığı çalışmadan aktarılan bilgilere göre dünya nüfus artışıdaki tahminlerin gerçekleşmesi durumunda gelecek 20 yılda hayvansal ürün talebinin iki kat artacağı ve insanlar hayvansal protein gereksinimlerinin yaklaşık %20'sini balıklardan karşılayacaklarını belirtmiştir. Ayrıca dünyada toplam su ürünleri üretiminin %81'i insanlar tarafından besin olarak tüketildiğini bildirmiştir. Bunların dışında 100 kg karma yem ile 65 kg salmon balığı, 20 kg tavuk ve 13 kg domuz elde edilebilmektedir (Sabaut, 2007). Araştırmacılar karnivor balıkların yoğun yetiştiriciliğinde birim maliyetin % 30-70'ni yem girdisinin oluşturduğunu belirtmektedirler (Atay, 1995; Bilgüven, 2002; Sabaut, 2007; Bostock, 2011). Ülkemizde gerek içsulara gerekse deniz ortamında yetiştiriciliği yapılan türlerin çoğu karnivor türlerdir. Karnivor balıkların karma yem bileşimlerinin % 60-80'ni balık unu ile yağı gibi hayvansal

protein kaynaklarının kullanılmasından dolayı birim yem ve üretim maliyetleri herbivor ve omnivor türlere göre daha yüksektir. Demir (2014)'in bildirdiğine göre balık yemi üretimi 2011 yılında 239.273 tonu ülke içinde, 8.948 tonu ithal olmak üzere toplam 248.221 ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'de üretilen toplam 13.162.324 ton yem miktarının yaklaşık %1,82 sini balık yemleri oluşturmaktadır (Yeşilayer ve ark. 2013).

Balık yemlerinde balık unu yüksek düzeyde protein içermesi, dengeli bir amino asit kompozisyonuna sahip olması ve balıklar tarafından lezzetli bulunması nedeniyle vazgeçilmez bir protein kaynağıdır (Yeltekin, 2012). Ancak son yıllarda çeşitli nedenlerle balık stokları ve üretim miktarının azalmasıyla birlikte elde edilen ürünlerin insan beslenmesinde kullanılmasından dolayı balık unu üretimi azalmış ve fiyatlarının yükselmesine yol açmıştır (Yeşilayer ve ark., 2013). Yem üreticileri dışarıdan balık unu ithal etmeye başlamıştır. Dolayısıyla balık unu fiyatı artışına paralel olarak yemin maliyetini arttırmış bu durum karşısında yem sanayi sektörü bitkisel protein kaynaklarının kullanımını gündeme getirmiştir (Yeltekin, 2012).

Genel olarak kullanılan bitkisel protein kaynakları; Soya küspesi, pamuk tohumu küspesi, yer fıstığı küspesi, fındık küspesi, kanola küspesi ve yulaf ezmesi sayılabilir. Soya işlenmemiş formda hayvan beslemede kullanılmamaktadır. Bunun en büyük sebebi baklagillerin birçoğunun bünyesinde bulunan ve bir proteaz inhibitörü olan antitripsin faktörün varlığıdır (Korkut ve Yıldırım, 2003). Antitripsin faktörü ısı uygulaması ile büyük oranda uzaklaştırılabilmekte ve soya fasulyesi bu işlemten sonra hayvan beslemede kullanılabilir. Balık beslemede soya fasulyesi küspesi, tam yağlı soya ve soya proteini konsantresi gibi değişik işleme teknikleri ile elde edilen yan ürünler ağırlıkla kullanılmaktadır. Bu ürünlerin balık unu ile kısmen ya da tamamen ikamesi ile yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Schäfer ve ark., 1995; Uysal ve Bekcam, 2006; Harlıoğlu, 2011).

Balık ununa alternatif arayışlar soya küspesi ile sınırlı kalmayıp birçok alternatifle ilgili çalışmalar devam etmektedir. Bu bağlamda Türkiye de fındık

küspesi dikkat çekmektedir. Çünkü dünya fındık üretiminin yaklaşık %80'i ülkemizde gerçekleştirilmektedir (Doğan ve Bircan, 2010). Fındık esasen insan yiyeceği olarak değerlendirilmekte, fakat üretiminin fazla, dış satım olanaklarının bulunmadığı ve pazara arz edilecek kalitede olmadığı durumlarda yağı çıkarılmak üzere işlenmekte ve ikincil ürün olarak fındık küspesi elde edilmektedir. Balık ununa göre daha ucuz olan fındık küspesiyle yürütülen çalışmalarda, balık unu yerine belli oranlarda kullanımıyla ilgili önemli bulgulara ulaşılmıştır (Atalayoğlu ve Çakmak, 2010; Doğan ve Bircan, 2010; Emre ve ark., 2008a; Emre ve ark., 2008b; Sevgili ve ark., 2009a; Sevgili ve ark., 2009b)

Soya fasulyesi, oldukça lezzetli ve sindirilebilirliği yüksek bir protein kaynağı olup (%40-50 HP), biyolojik değer bakımından en iyi bitkisel proteinlerden olmasına rağmen, yüksek fitik asit içermektedir. Fitik asit miktarı toplam fosforun (6,49 P g/kg) yaklaşık %60'ını, (3,88 Fitat P g/kg) oluşturmaktadır (Aşan, 2007). Benzer şekilde yağı çıkarılarak işlenen fındıktan elde edilen küspe, proteince zengin (yaklaşık %40) selülozca fakir olup (yaklaşık %9) değerli bir protein kaynağıdır (Doğan ve Bircan, 2010). Soyada olduğu gibi fındıkta da yüksek oranda (10 g/kg) fitik asit vardır (Dağ Bayraktar ve Akbulut, 2013).

Fitik asit (myoinositol 1,2,3,4,5,6 hexakisdihidrojenfosfat) ilk defa 1855 yılında tanımlanmıştır (Oatway ve ark., 2001). Tahıl ve baklagil tohumlarının olgunlaşması esnasında önemli oranda birikmekte olup bu tohumların çoğunda ve yan ürünlerinde %1-2 fitik asit bulunmaktadır. Moleküler formülü $C_6H_{18}O_{24}P_6$ 'dır (Aşan, 2007). Tohumlar da fosforun depo formu olarak hizmet ederek durgunluk ve çimlenme periyotlarında antioksidanların korunması, yüksek enerjili fosfor grupları halinde enerjinin depolanması ve çimlenme esnasında bünyelerindeki katyonların kullanımı gibi çok önemli işlevlere sahiptir (Şenköylü, 2002). Fitatlar, fosfor içerdikleri için bir yandan besin maddesi olarak kabul edilirken diğer taraftan protein ve mineralleri (kalsiyum, magnezyum, çinko ve demir) bağlayarak yararlanılabilirliğini düşürdükleri için antibeslenme faktörü olarak kabul edilirler. En önemli olumsuz etkilerinden

biri de kalsiyumu bağlayarak α -amilaz ve tripsin enziminin etkisini engellemesidir. Bilindiği gibi α -amilazı aktive eden ve stabilitesini sağlayan kalsiyum mineralidir ve bu nedenle α -amilaz aktivitesinin engellenmesi ile nişasta sindirimi azalmakta ve yemdeki enerjinin yararlanılabilirliği düşmektedir (Şenköylü, 2002).

Monogastrik hayvanlar fitatı parçalayıp, fosforu açığa çıkaracak enzime sahip olmadıklarından, yem hammaddelerindeki fitat yapısında bulunan fosforun serbest kalarak sindirilebilmesi için yeme yeterli miktarda fitaz enzimi katılması gerekmektedir. Son yıllarda fitaz enzimlerinin özellikle entansif hayvan yetiştiriciliği yapılan alanlarda hayvan gübresiyle ortaya çıkan fosfor kirliliğini azaltmak amacıyla kullanımını da gündeme getirmiştir. Yapılan birçok çalışmada fitatı parçalayan enzimlerin fitatdan fosfor kullanımını artırmakta olduğu ve çevrede ortofosfat birikimini önemli derecede azalttığı bildirilmiştir (Aşan, 2007; Diler ve ark., 2012). Fitaz, uluslararası biyokimya birliği, hidroliz olayının inositolun hangi karbon atomundan başladığına bağlı olmasına göre fitazları, 3-fitaz ve 6-fitaz olmak üzere birbirinden ayırmaktadır. Yaygın olarak kullanılan üç çeşit fitaz aktivite birimi bulunmaktadır bunlar; FTU, PU ve U'dur (Erkek ve Ünlü, 2003). Yem katkı maddesi olarak kullanılan enzimler mantar ve bakteri kökenlidirler. Bunlardan proteaz, glukanaaz, selülaaz, pektinaaz, amilaz, fitaz ve lipaz gibi çeşitli enzimler tek başına veya kombine olarak karma yemlere katılmak suretiyle yem sanayinde kullanılmaktadır. Enzim kullanımı ile yemlerin sindirilme dereceleri ve hayvanların yemden yararlanma oranlarında artış sağlanmaktadır (Karademir ve Karademir, 2003).

Geçen yüzyılın sonlarından itibaren önemli ivme kazanan su ürünleri yetiştiriciliği uygulamalarının çevreye etkileri üzerine ciddi kaygılar ortaya çıkmıştır (Subasinghe ve ark., 2009). Diğer tarımsal üretim ve gıda endüstrisi alanlarında olduğu gibi, su ürünleri yetiştiriciliği doğal kaynakların ve biyolojik sistemlerin kullanımına bağlıdır ve yetiştiricilik sistemlerinin üretiminin çoğu besin maddesi ve enerji teminine yöneliktir. Atık besin maddesi yüzey suları üzerinde çeşitli olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Frankic ve Hershner, 2003). Doğal kaynaklar üzerinde artan baskının ve yasal sınırlamaların bir

sonucu olarak, son 20 yılda su ürünleri yetiştiriciliğinin çevresel yönetiminde önemli ilerlemeler sağlanmıştır (Subasinghe ve ark., 2009). Nitekim üretim uygulamaları ve işleme sürecinde toplam etkinin azaltılması amacıyla alan seçimi, yem ve yemleme, balık kaçışlarını önleme, predatör kontrolü, ölü balıkları uzaklaştırma, hastalık kontrolü, ilaç ve kimyasallarının kullanımı, katı madde giderimi ve atık arıtma gibi iyi yönetim uygulamaları pek çok ülkede yönetmeliklerle zorunlulu hale getirilmiştir (Tacon ve Forster, 2003; Boyd ve ark., 2008; Tucker ve ark., 2008).

Balıklara yemle verilen azot ve fosforun yalnızca az bir kısmı hasatla geri alınırken, büyük kısmının çözünmüş ve partikül formlarda atık olarak ekosisteme girdiği bilinmektedir (Karakassis, 2007). Kafeslerde balık yetiştiriciliğinde toplam azot kaybının %72-79 arasında değiştiği ve atığın yaklaşık %82'sinin çözünmüş formda olduğu bildirilmektedir. Metabolik atıklarını çoğu solungaçlar aracılığıyla üre olarak atılmaktadır. Toplam azot kaybının %65-90'a ulaştığı, en önemli azot atığı; iyonize olmuş amonyum ve iyonize olmamış amonyak formlarıdır. Alıcı ortama azot eklenmesi ötrofikasyon riskini arttırmaktadır. Yem katabolizmasından kaynaklanan bu salınım, entansif balık yetiştiriciliğinde önemli sınırlayıcı bir faktördür. Subletal miktarlarının bile balıklarda strese neden olabileceği ve büyümeyi önleyebileceğinden dolayı amonyak toksik kabul edilir (Liu ve ark., 2009).

Yetiştiricilik ortamında ideal su kalitesi, balık sağlığı ve refahının devamlılığı için, azot ve özellikle amonyak azaltımı/giderimi su ürünleri yetiştiriciliğinde hala önemli bir problem olarak durmakta ve bu konu üzerine çok sayıda çalışma yapılmaktadır (Crab ve ark., 2007; Dalsgaard ve Pedersen, 2011).

Yem maliyeti açısından bakıldığında, enzimlerin yeme ilavesi çok düşük bir maliyet getirecektir. Yaklaşık olarak ticari enzimlerin fiyatı 3-4 euro/kg civarındadır. Yemlerde de enzimler binde 1-2 düzeyi gibi çok düşük oranlarda kullanıldığından yaklaşık olarak 1 ton yeme 25 TL gibi çok düşük bir ilave masraf getirmektedir. Günümüzde kümes hayvanları yemlerinde kullanılmak

üzere ticari enzimler satılmakla birlikte balık yemleri için üretilmiş enzimler piyasada yeni yer almaya başlamıştır (Yiğit ve Koca, 2011).

Bu çalışmada, farklı oranlarda fındık, soya küspesi, balık unu ve fitaz enzimi içeren rasyonların gökkuşuğı alabalığı yavrularının büyümesi, besin madde sindirimi, vücut kimyasal yapısı ve bazı organ indekslerinin üzerine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca besin madde kullanımının iyileşmesiyle başta fosfor olmak üzere azotun vücut tarafından tutulması, kullanılması ve alıcı ortama salınım miktarları saptanmıştır. Gökkuşuğı alabalığı yavrularının optimum büyümesi ile birlikte daha çevreci sürdürülebilir bir yetiştiricilik yapılması hedeflenmektedir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Atalayoğlu ve akmak (2010), fındık kspsinin pullu sazan (*Cyprinus carpio* L.) rasyonlarında kullanılabilirliğini araştırmıştır. Araştırma, %0, 10, 20, 30 ve 40 oranında fındık kspsi kullanılarak hazırlanan rasyonlarla ortalama ağırlıkları $6,5\pm 0,1$ g olan toplam 300 adet pullu sazan yavruları 5 grupta 3 tekerrürlü olarak, 4 ay boyunca yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, yavru sazan balığı rasyondaki artan fındık kspsi oranlarının canlı ağırlık atışı (CAA, %), spesifik büyüme oranı (SBO, %), oransal büyüme (OB) ve yem dönüşüm oranları (YDO) zerinde etkili bir faktör olduğu ve rasyondaki fındık kspsi oranının artması ile büyümenin gerilediği saptanmıştır. Deneme sonu canlı ağırlıkların Kontrol, Deneme 1, Deneme 2, Deneme 3 ve Deneme 4 rasyonları için sırasıyla $9,55\pm 0,36$; $9,65\pm 0,53$; $8,95\pm 0,3$; $8,30\pm 0,2$ ve $7,70\pm 0,10$ g olduğu görülmüştür. En yüksek CAA, Kontrol ve Deneme 1 yemlerinde sağlanmış olduğu, bu iki grup arasındaki fark önemsiz çıkarken diğer gruplardaki CAA'nın daha düşük olduğu, en düşük CAA'nın Deneme 4'te olduğu görülmüştür. Mevcut bulgular ışığında yavru sazan balığı rasyonlarında balık unu yerine %10 oranında fındık kspsinin sorunsuzca kullanılabilceği bildirilmiştir.

Diler ve ark. (2012), tarafından; %40 soya içerikli gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine bazı ticari enzimler ilave ederek büyüme performansı, yemden yararlanma, protein ve azot-fosfor sindirilebilirlikleri ile ortama bırakılan azot-fosfor kirliliği belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada alabalıklar (başlangıç ağırlığı $87,0\pm 1,5$ g.) tesadüf parselleri metodu ile 3 tekerrürlü olarak 50 balık/tank stok oranı ile (toplam 1050 balık) 6,0 m³'lk su hacmindeki 21 adet beton havuzda denemeye alınmıştır. %43 protein, %12 yağ içerikli yemle balıklar beslenmiş, enzim ilavesiz (kontrol, K0) ve enzim ilaveli 6 grup olmak üzere toplam 7 grup olarak deneme planlanmıştır. Deneme sonunda büyüme performansı bakımından kondisyon faktörü önemsiz ($p>0,05$); oransal büyüme oranı, spesifik büyüme oranı ve yemden dönüşüm oranı gruplar arasında önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Karabulut Arıman, ve ark. (2017), Yaptıkları çalışmada, $0,5 \pm 0,01$ g ortalama ağırlığa sahip Melek balığı (*Pterophyllum scalare*) yavrularının yemlerine balık unu yerine farklı oranlarda (%0, % 15, %25 ve %35 FK) fındık küspesi ilave etmişler, yapılan beslemenin büyüme, yem değerlendirme, yaşama oranı ve ekonomik performans üzerine etkilerini araştırmışlardır. Deneme yemleri izonitrojenik (%47) ve izokalorik ($2361 \text{ kcal kg}^{-1}$) olarak hazırlamışlar ve balıkları fındık küspesi ilaveli yemlerle 90 gün süreyle beslemişlerdir. Denemenin sonunda en iyi ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranı kontrol grubu ile %15 fındık küspesi içeren yem gruplarında görülmüştür. %15'den daha fazla fındık küspesi ilave edildiğinde bu değerler azalmıştır. Fındık küspesi ilavesi %35 düzeyini geçtiğinde protein etkinlik oranında (PEO) azalma ve yem değerlendirme oranında (YDO) önemli düzeyde kötüleşme meydana gelmiştir. Kondisyon faktöründe %15'lik grup haricinde ($P < 0,05$) farklılık önemli bulunmamıştır. Yaşama oranı ise %93,1 (%0 FK I.Grup) ile %79,9 (%35 FK I.Grup) arasında değişmiş, iki grup haricinde ($P < 0,05$) önemli bir farklılık görmemişlerdir. Çalışma sonunda yavru melek balıklarının rasyonuna %15 fındık küspesi ilavesi ile optimum büyüme gerçekleştirdiğini ve yemdeki fındık küspesi ilavesinin ekonomik performans değerlerini olumlu etkilediğini belirtmişlerdir.

Harlıoğlu (2011), yaptığı çalışmada, gökkuşağı alabalığı diyetine soya küspesi ilave etmiş ve tam yağlı soyanın besin maddeleri ve fosforun sindirilme oranları ile balıktındaki fosfor miktarı üzerine olan etkilerini araştırmıştır. Bu amaçla %49,52 ham protein ve $4,287 \text{ kkal/g}$ toplam enerji içeren kontrol diyeti hazırlamıştır. Kontrol diyetindeki balık ununun %15'i yerine soya küspesi (SK) ve tam yağlı soya (TYS) ilave edilen diyetler oluşturmuştur. Çalışma sonunda kontrol, SK ve YYS ile beslenen balıklarda besin maddeleri ve fosfor sindirim oranları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Ayrıca balık etindeki fosfor miktarı bakımından kontrol ile SK ve YYS diyetleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Bununla birlikte çalışma sonucunda fosfor sindirim katsayısının YYS ile beslenen balıklarda SK ile beslenen balıklardan istatistiksel olarak daha düşük düzeyde olduğu belirtilmiştir ($p < 0,05$).

Fitik asit, 6 değerli ve halka formunda olan inositolün fosforik asitlerle oluşturduğu esterlerdir. Molekül ağırlığı 660 olup sistematik adı myo-inositol-1, 2, 3, 4, 5, 6- hegzakisfosfat (dihidrojen fosfat) dir. Fitik asit molekülü yüksek düzeyde fosfor içeriğine (% 28,2) ve şelat yapma potansiyeline sahiptir. Bir mol fitik asit ince barsak pH koşullarında çözünmeyen fitat formunda ortalama olarak 3-6 mol kalsiyum ile bağ yapabilir ve fitik asitin çözünmeyen fitat formu kalsiyum ve fosforun her ikisini de yararlanılabilirliğini ortadan kaldırır (Pointillart 1991).

Fitik asitler; fitat-protein veya fitat-mineral-protein kompleksini oluşturarak protein değerlendirilebilirliğini azalttığı gibi nişasta ile kompleks oluşturarak nişasta sindirimini de engellemektedir (Thompson ve ark. 1987). Bu nedenle diğer besin maddelerinden yararlanma etkinliğini de olumsuz etkilemektedirler (Thompson 1986; Ravindran ve ark., 2001, Baruah ve ark. 2005; Akyürek ve ark., 2005).

Aşan (2007), tarafından yapılan derlemeye göre fitaz, fitatdan fosfatların serbest kalmasını katalize eder. Birçok tahıl tanesi, baklagiller ve yağlı tohumlar fosforu fitat olarak depolarlar. Fitazlar; bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar tarafından üretilebilmektedir. Ancak mikrobiyal kaynaklı olanlar ticari kullanımlar ve biyoteknolojik uygulamalar için en ümit verici olanıdır. Bu enzim, fosfor beslenmesini artırmak ve hayvansal atıkların oluşturduğu fosfor kirliliğini azaltmak amaçları ile hayvan beslemede yaygın olarak kullanılmaktadır. Fitazlar aynı zamanda gıda sanayinde, myo-inositol fosfatların hazırlanmasında, kâğıt endüstrisinde ve toprak iyileştirmede de kullanılmaktadır. Biyoteknoloji, iyileştirilmiş özellikleriyle yeni fitazların geliştirilmesinde kullanılmaktadır.

Erkek ve Ünlü (2003), son yıllarda yem katkı maddelerinden olan enzimlerin hayvansal üretimde kullanımı giderek yaygınlaştığını bildirmiştir. Bu enzimlerden biri olan fitaz, yem hammaddelerinin yapısında var olan ve basit mideli hayvanlar tarafından yeterince yararlanılmayan fitik asidi hidrolize ederek mineraller ile protein, amino asit ve nişastanın sindirimine olanak

sağlar. Bu besin maddelerinin artan sindirimi, karma yemin mineral, ham protein ve enerjisinden yararlanmayı arttırır. Enzim ilavesi ile yemdeki besin maddelerinden yararlanmanın artması ekonomik açıdan olduğu gibi hayvansal gübreden kaynaklanan kirliliğinde azalması bakımından da yararlı olmaktadır.

Fitaz, kimyasal olarak myo-inositol-hexakisfosfat-3-fosfohidrolaz olarak tanımlanmakta olup, uluslararası biyokimya birliği, hidroliz olayının inositolun hangi karbon atomundan başladığına bağlı olmasına göre fitazları, 3-fitaz ve 6-fitaz olmak üzere birbirinden ayırmaktadır. Burada 3-fitazlar mikroorganizmalar için genel olurken, 6-fitazlar ise bitkiler için genel olmaktadır. Fitaz etkinliğini tanımlamak amacıyla FTU, FYT, PU ve U olmak üzere kullanılan dört kısaltma bulunmaktadır. Fitaz aktivitesi, genellikle 37°C ve pH 5,5 da 5,1 mmol sodyum fitattan 1 dakikada 1 µmol inorganik fosforu açığa çıkaran enzim miktarı, bir ünite fitaz aktivitesi olarak tanımlanır (Jongbloed ve ark., 1993; Kornegay 2001; Selle ve Ravindran 2007).

Fitazlar fitat molekülüne bağlı olan bir veya daha fazla fosfat grubunu hidrolize ederek inorganik P ve daha düşük fosforik esterler açığa çıkarır (Harland ve Morris 1995, Ahmad ve ark. 2000, Onyango ve ark. 2005). Fitat molekülünün hidrolizi sonucu molekülün mineral bağlama kapasitesi zayıflamakta ve daha kolay çözünebilir bileşikler haline dönüşmektedir. Fitaz enziminin fitat molekülü üzerine olan etkileri sonucu rasyonla alınan minerallerin yararlanımı önemli ölçüde artmaktadır, bu nedenle fitaz enzimi beslenme açısından önem taşımaktadır (Maenz 2001).

Uysal ve Bekcam (2006), yaptıkları çalışmada, tilapya yavru yemlerinde balık unu yerine, yağsız soya unu ile lisin eklenerek hazırladıkları rasyonların etkisini araştırmışlardır. Ortalama %35,8 ham protein ve 2,6 sindirilebilir enerji içeren üç rasyon hazırlanmıştır. Grup 1 ve kontrol de rasyondaki proteinin % 25,13'ü balık unu proteininden gelmektedir. Deneme rasyonları grup 2 ve 3, balık unundan gelen proteinin sırasıyla %30 ve %50 si yerine yağsız soya unu proteini gelecek şekilde hazırlanmıştır. Deneme 12 hafta süresince suyun filtre edildiği kapalı dolaşımli sistemde yürütülmüştür. En yüksek ortalama ağırlık

kazancı ve spesifik büyüme oranı 1. grupta (%646,15 ve %2,39) saptanmıştır (P<0,10). Optimum yem değerlendirme oranı (1,05), proteinden yararlanma oranı (2,89), % ortalama günlük büyüme (7,71), günlük büyüme indeksi (3,90), yem etkinlik değeri (0,95) (P<0,10) grup 1 de gerçekleşmiştir. Bununla birlikte üç grup arasında bu değerler bakımından istatistiksel önem seviyesine göre fark yoktur (P>0,05). Ayrıca grup 2 ve 3 arasında ortalama ağırlık kazancı ve yem değerlendirme oranı dışında, diğer parametreler açısından fark önemli değildir (P>0,10). Bütün ölçüm kriterlerini dikkate aldıklarında, balıkların performansı değişmeden balık unundan gelen balık proteininin %50 si yerine rasyona yağsız soya unu ilavesini önermişlerdir.

Doğan ve Bircan (2010)'nın, Doğan'ın 2005'te yaptığı çalışmadan aktarılan bilgilere göre, "Farklı oranlarda fındık küspesi içeren isonitrojenik rasyonların gökkuşağı alabalığının, (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792), büyüme, kimyasal yapı ve sindirilebilme oranları üzerine etkileri" isimli çalışmada, ortalama ağırlıkları 37,89±0,02 g olan gökkuşağı alabalıkları, %0 (1.grup), %15 (2. grup), %30 (3. grup) ve %45 (4. grup) oranında fındık küspesi içeren ve sırası ile %45,40, %45,77, %44,89, %44,96 protein oranına sahip 4 deneme rasyonu ile 60 gün süre ile beslenilmiştir. Deneme sonunda, rasyondaki fındık küspesi oranının gökkuşağı alabalığının canlı ağırlık artışı "CAA" (%) ve spesifik büyüme oranı "SBO" (%) üzerinde etkili bir faktör olduğu ve rasyondaki fındık küspesi oranının artması ile büyümenin gerilediği saptanmıştır. En yüksek CAA ve SBO, 1. ve 2. gruplardan elde edilirken, rasyondaki fındık küspesi oranının %30'a kadar yükselmesinin yem değerlendirme katsayısı (YDS) ve protein değerlendirme randımanını (PDR) etkilemediği saptanmıştır. En düşük CAA (%92,76±0,06), SBO (1,09±0,00) ve PDR (1,81±0,15) ile en yüksek YDS (1,23±0,10) 4. gruptan elde edilmiştir. Deneme sonunda elde edilen kondüsyon faktörü (KF), hepatosomatik indeks (HSI) ve viserosomatik indeks (VSI) değerlerinin, rasyondaki fındık küspesi oranının artışından etkilenmediği saptanmıştır. Tüm deneme gruplarında, protein (%90,93-%91,76) ve yağ (%96,78-%98,33) sindirilme oranları oldukça yüksek oranda bulunmuş olmakla birlikte, istatistiksel farklılık bulunmamıştır. Total sindirilme oranları ise rasyondaki fındık küspesinin artışına bağlı olarak azalmıştır. Deneme

sonuçlarına göre, gökkuşuğu alabalıklarında optimum büyümenin gerçekleşmesi için, rasyonlarda %15 oranında fındık küspesinin kullanılabileceği belirtilmiştir.

Aybal (2007), çalışmasında, tilapya balıklarının (*O. niloticus*) besin madde ihtiyacına göre %30 ham protein ve 3000 kcal/kg sindirilebilir enerji içerecek şekilde hazırlanan kontrol yemi ve kontrol yemindeki balık unu proteininin %10, %20, %30, %40 ve %50'i yerine kanola küspesi ilave edilerek hazırlanan deneme yemleriyle kanola küspesinin kullanım oranlarının belirlenmesi ve bu oranın 1 g/kg ve 5 g/kg selüloz enzimi ilavesiyle geliştirilmesini amaçlamışlardır. Her iki denemede de tilapya yavruları 90 gün süreyle beslenerek, büyüme, yem değerlendirme oranı, protein etkinlik oranı, prodüktif protein değeri, besin maddelerinin sindirilebilirliği, hepatosomatik indeks, renosomatik indeks, visserosomatik indeks, vücut kompozisyonu ve yaşama oranlarını incelemişlerdir. En iyi büyüme, yem değerlendirme ve besin maddelerinin sindirilebilirlik oranları kontrol grubunda bulmuşlardır. Bu grupta canlı ağırlık 5,32 g, yem değerlendirme 2,01, kuru madde sindirilebilirliği %80,52, ham protein sindirilebilirliği %88,27, ham selüloz sindirilebilirliği %80,08 olmuştur. Kontrol grubundaki balık unu proteini yerine %10 kanola küspesi içeren yemle (KN10) beslenen grup, kontrolle benzer bir büyüme göstermiştir. %10'dan daha yüksek seviyede kanola küspesi içeren gruplarda büyüme azalmıştır. KN10 grubunda canlı ağırlık 5,12 g, yem değerlendirme oranı 2,13, kuru madde sindirilebilirliği %75,83, ham protein sindirilebilirliği %86,05, ham selüloz sindirilebilirliği %79,19 olarak bulmuşlardır. Kontrol grubu ile kontrol grubundaki balık unu proteininin %10'u ve %50'si yerine kanola küspesi içeren yemlere 1g/kg ve 5 g/kg selüloz enzimi ilavesiyle büyüme ve yem değerlendirme oranı etkilenmemiştir. Deneme sonunda en iyi büyüme, yem değerlendirme ve besin maddelerinin sindirilebilirlik oranı kontrol grubuna 1 g/kg selüloz enzimi ilave edilmiş yemle beslenen deneme grubunda olmuştur. Bu grupta canlı ağırlık artışı 15,86 g, yem değerlendirme 1,31, kuru madde sindirilebilirliği %82,21, ham protein sindirilebilirliği %88,62 ve ham selüloz sindirilebilirliği %79,63 olarak bulmuşlar. En yavaş büyüme, yem değerlendirme ve besin maddesi sindirilebilirliği KN50 grubunda olmuştur. Bu grupta canlı ağırlık kazancı 9,73 g, yem değerlendirme 1,63, kuru madde

sindirilebilirliği %69,34, ham protein sindirilebilirliği %79,99, ham selüloz sindirilebilirliği ise %64,06 olarak tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, tilapia balığı yemlerinde balık unu proteinin %10'u yerine kanola küspesi kullanılabileceği ve yeme selüloz enzimi ilavesinin büyümeye etkili olmadığını saptamışlardır.

Diğer hayvanlarda olduğu gibi balıklarda da büyüme hızı ve verim gücü yemden yararlanma düzeyi ile doğru orantılıdır. Son yıllarda, yem katkı maddelerinden olan enzimlerin, yemden yararlanmayı artırmak için hayvansal üretimde kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Yemlere enzim eklenmesi ile yem hammaddelerindeki antibesinsel faktörlerinin olumsuz etkilerinin azaltılması, besin maddelerinin sindirilebilirliğinin artırılması ve sudaki fosfor gibi kirleticilerin seviyesinin düşürülerek çevre kalitesinin iyileştirilmesi gibi pozitif etkileri vardır (Yiğit ve Koca, 2011).

Midilli ve ark. (2003), mısır-soya temeline dayalı rasyonlara, mikrobiyal fitaz enziminin çeşitli düzeylerde katılmasının, broylerde besi performansı, karkas randımanı ve kemik mineral düzeyleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada 2000 adet günlük Ross 308 broyler civciv kullanılmıştır. Araştırmalarında her biri 400 adet civcivden oluşan 2 kontrol, 3 deneme olmak üzere 5 grup halinde yürütmüşlerdir. Her grup 100'er civcivden oluşan dört tekrar grubuna ayrılmıştır. Kontrol gruplarından birinin yemlerine günlük gereksinimler dikkate alınarak inorganik fosfor kaynağı katılırken, diğerinin yemlerine katılmamıştır. Kontrol gruplarının yemlerine deneme boyunca fitaz katkısı yapılmamış. Deneme gruplarının rasyonlarına mikrobiyal fitaz olarak Phytase Nova CT ilave edilmiştir. Araştırma sonunda broyler yemlerine katılan mikrobiyal fitaz enziminin canlı ağırlık ($P<0,001$) ve yemden yararlanma oranları ($P<0,001$) üzerine etkisinin kontrol grubuna göre önemli ölçüde olumlu olduğu, deneme gruplarında yem tüketimi ($P<0,01$, $P<0,001$), tibia külü kalsiyum, fosfor ve magnezyum miktarının yükseldiği ($P<0,001$), karkas randımanlarının daha yüksek olduğu ($P<0,001$) serum fosfor konsantrasyonunun matematiksel olarak artış gösterdiğini saptamışlardır. Sonuç olarak, farklı düzeylerde yemlere katılan mikrobiyal fitazın broylerlerde

besi performansı ve karkas randımanı üzerine en etkili seviyenin 500U/kg miktarında olduğu kanısına varmışlardır.

Çolak Orhan. (2016), Yaptığı çalışmada merada serbest yetiştirilen yumurta tavuk yemlerine fitaz enzimi ilave edilmesinin, performans ve yumurta kalitesine etkisi araştırmışlardır. Denemede 48 haftalık yaşta 152 Lohman Brown kahverengi yumurtacı tavuk kullanılmıştır. Deneme, 3 muamele grubu 2 tekerrürlü olacak şekilde düzenlenmiştir. Tavuklara mera yemlemesine ilave olarak 2795 kcal/kg ME ve % 16,75 ham protein içeren bazal yem verilmiştir. Muamele gruplarına; (1) Kontrol (0 FTU/kg), (2) Fitaz I (250 FTU/kg), (3) Fitaz II (500 FTU/kg) olacak şekilde fitaz enzimi ilave edilmiştir. Yem ve su ad-libitum olarak verilmiş ve günlük 16 saat aydınlatma yapılmıştır. Denemede fitaz ilavesinin yumurta verimi, yem tüketimi ve yumurta ağırlığını önemli düzeyde ($P<0,01$) arttırdığını belirlemişlerdir. Ancak, şekil indeksi, haugh birimi ve özgül ağırlık üzerine muamelelerin etkisi önemsiz bulmuşlardır. Diğer taraftan, fitaz ilavesi ile yumurta ağırlığı yumurta ak ve sarı ağırlıkları ile yumurta kabuk ağırlığı ve kırılma direnci artmıştır. Denemenin sonuçlarına göre merada serbest dolaşan yumurta tavuğu yemlerine fitaz enzimi ilavesinin performans ve yumurta kalite kriterleri üzerine etkisinin olumlu olduğunu bulmuşlardır.

Aşır (2007) Yaptığı çalışmada Kesikköprü Baraj Gölü'nde pelet yemin kullanıldığı kafeslerde azot yükü 54.00 ve 62.92 kg/ton balık üretimi, fosfor yükü 10.66 ve 12.17 kg/ton balık üretimi; ekstrude yemin kullanıldığı kafeslerde ise azot yükü 33.47 ve 25.97 kg/ton balık üretimi, fosfor yükü 7.32 ve 7.96 kg/ton balık üretimi olarak tahmin etmişlerdir. İşletmelerde bir ton pelet yem tüketiminde göle bırakılan azot yükü 44.00 ve 45.56 kg, fosfor yükü 8.38 ve 8.82 kg olarak tahmin edilmiştir. Bir ton ekstrude yem kullanıldığında ise göle bırakılan azot yükü 26.77 ve 20.66 kg fosfor yükü 5.85 ve 6.34 kg olarak tahmin edilmiştir.

Balık yetiştiricilik sistemlerine özgü başlıca potansiyel kirleticiler olan azot ve fosfor fraksiyonları, çözünmüş veya partiküler halde ortama girer. Alıcı ortama

giren azotlu, fosforlu atıkların miktarı yemin protein düzeyine ve sindirilebilirliğine bağlıdır. Yem dönüşüm oranı 1.5, azot ve fosfor içerikleri sırasıyla % 7.2 ve % 0.9 olan yemlerin kullanıldığı kafeslerde yapılan yetiştiricilikte, üretilen her bir ton balık için 61 kg azotun ve 2.2 kg fosforun çözülmüş, 17 kg azotun ve 7.3 kg fosforun partiküler halde alıcı ortama dahil olduğu belirtilmiştir (Ackefors ve Enell 1990).

Boyd ve Querioz (2001) tarafından salmonların kafeslerde yetiştiriciliğinde yem değerlendirme oranı 1.1 olduğunda ve % 7.04 N ve % 1.3 P içeren yemle beslendiklerinde; vücut kompozisyonunda kuru ağırlık olarak % 10 N ve % 3.2 P bulunduğu ve sistemin besin elementi yükünün 47.7 kg N/1000 kg yem ve 5.7 kg P/1000 kg yem, yüzde yem girdisinin ise azot ve fosfor için sırasıyla 67.8 N ve 43.8 P olduğu belirtilmiştir.

Foy ve Rosell (1991), İrlanda'da 12 aylık bir periyotta tanklarda yapılan karasal kökenli gökkuşağı alabalığı üretiminde (YDO: 1.83), bir ton balık üretimi için 25.6 kg toplam fosfor ve 124.2 kg toplam azot yükü tahmin etmişlerdir. Yemden gelen besin elementi ve balıklarda tutulan besin elementi yükü arasındaki farktan bulunan tahmini yükleme değerinin % 97.6'sı toplam fosfora ve % 112.6'sı toplam azota ait bulmuşlardır. Nisan-temmuz aylarında ortalama ağırlığı 3 gram stoklanan gökkuşağı alabalıkları yılsonunda 250-500 gram hasat etmişler, üretilen balıkların etlerinde ağırlığın yüzdesi olarak 2.58 azot ve 0.40 fosfor düzeyi belirlemişlerdir.

Yetiştiricilikte kullanılan yemlerin içeriğinin değiştirilmesi ile işletmelerin azot ve fosfor deşarj yükü azaltılabilir. Nitekim İsveç'te 1990 yılı öncesinde kullanılan alabalık yemleri % 1.2-1.4 fosfor içerirken, daha kaliteli yemlerin geliştirilmesi ile yemlerdeki fosfor oranı % 0.8'e düşürülmüştür. Bu gelişmelerin sonucunda 1985 yılına kadar 1 ton alabalık üretiminin alıcı ortama bıraktığı fosfor yükü 29 kg iken bu değer son yıllarda 15 kg/ton balığa gerilemiştir (Midlen ve Redding 1998).

Vielma ve ark. (1998), gökkuşuğu alabalıklarında fosforun kullanımında yeme ilave edilen fitaz ve yüksek düzeyde cholecalciferolün etkilerini araştırmışlardır. Başlangıç ağırlığı 51.6 g olan balıklar üç tekerrür halinde 12 hafta süre ile farklı oranlarda fitaz ve cholecalciferol içeren yemle beslenmişlerdir. Her iki maddenin yeme ilavesi hepatik cholecalciferol konsantrasyonunu azaltmış, yeme fitaz ilavesi ise soya küspesi protein kökenli yeme göre gökkuşuğu alabalıkları yetiştiriciliğinden kaynaklanan fosfor yükünü fitaz içermeyen yemle beslenen gruba göre % 58 oranında azaltmıştır. Yüksek düzeydeki cholecalciferol (250.000-2.500.000 IU/kg) fosfor kullanımında faydalı bir etki yaratmamış, orta düzeydeki cholecalciferol, fosfor yükünü azaltmada potansiyel etki sağlamasına karşın, düşük büyüme performansı ve böbreklerdeki kalsiyum depolanmasını artırması nedeniyle önermemişlerdir.

Bureau ve Cho (1999) protein oranı % 41-42, lipid oranı % 17-18 ve kül oranı % 10-11, fosfor içerikleri ise % 0.75, % 1.15, % 1.66, % 2.19 olan dört farklı yemle 16 hafta boyunca besledikleri gökkuşuğu alabalıklarında, yem değerlendirme oranının 1.06 ile 1.11 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, fosforun balıkta tutulma oranının yem değerlendirmeye bir etkisinin olmadığını, karkas ve kemik yapısındaki fosfor içeriğini etkilediğini, deneme başlangıcında gökkuşuğu alabalıklarında karkastaki azot ve fosfor oranı sırasıyla % 11.5 ve % 0.4 iken, 16 haftalık deneme sonunda gruplarda karkastaki azot oranının sırasıyla % 13.8, 13.4, 13.4 ve 13.9, fosfor oranının ise % 0.26, 0.34, 0.39 ve 0.41 olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar, balık yetiştiricilik faaliyetlerinde fosfor atığının özellikle çözülmüş formda olduğunu ve etkin fosfor tutulumunun artan fosfor alımıyla azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, plazmadaki inorganik fosfor konsantrasyonunun balıkla atılan çözülmüş fosfor düzeyini belirlemede ana faktör olduğunu saptamışlardır.

Hernandez ve ark. (2004), kontrol grubuna göre düşük balık unu (% 15-20) ve düşük fosfor (% 0.8-0.9) içeren yemlerle tanklarda besledikleri gökkuşuğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) vücutta tutulan azot (N) ve fosfor (P) değerlerini karşılaştırmışlardır. Araştırmanın birinci denemesinde 2 g'lık yavrularla 30 haftalık besleme yapılırken, ikinci denemede ortalama 134.7 g'lık

yetişkin gökkuşuğu alabalıkları kullanılarak 15 haftalık bir periyotta besleme yapmışlardır. Birinci denemeye ilişkin bulgular doğrultusunda, deneme yeminin kullanıldığı gruplarda fosfor tutulma oranı, yüksek balık unu içerikli yemin kullanıldığı gruba göre daha yüksek (% 56 ve %69) bulmuşlardır. Azot tutulma oranı ise tüm gruplarda benzerlik göstermiştir. Büyük balıklarla yapılan ikinci deneme grubunda ise, vücutta tutulan fosfor ve azot oranı birinci deneme grubuna göre düşük bulmuşlardır. Ancak yine benzer olarak deneme yemiyle yapılan beslemede fosforun tutulma yüzdesi kontrol grubuna göre yüksek çıkmıştır (% 36 ve % 22.2). Suya bırakılan fosfor yükü ise deneme yemiyle beslenen grupta 5.9 kg/ton olurken kontrol grubunda bu miktar 12.8 kg/ton olarak tespit etmişlerdir. Spesifik büyüme oranı küçük balıklarla yapılan birinci denemede 2.19 ile 2.23 arasında değişirken ve büyük balıklarla yapılan ikinci denemede 0.91 ile 1.02 arasında değişmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretme ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü Kepez Birimi Alabalık deneme ünitesinde gerçekleştirilmiştir.

3.1. Deneme Ortamı ve Koşulları

3.1.1. Deneme yeri, süresi, materyali

Denemede kullanılacak gökkuşuğu alabalıkları Ayhan Alp Fethiye/Muğla bölgesi alabalık işletmesinden aynı yaştaki bir popülasyondan seçilmiştir (Şekil 3.1.). Balıklar Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretme ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü Kepez biriminde 15 gün karantina altında tutulmuştur. Denemede kullanılan balıkların morfolojik ölçüm verileri minimum, maksimum değerleri ve ortalama \pm standart hata olarak verilmiştir. Deneme süresi 75 gün planlanmış, ölçümler 15 günde bir yapılmıştır.

3.1.2. Deneme rasyonları

Karnivor balıkların fizyolojileri ile biyotik ve abiyotik koşullara göre birim rasyonun ham proteinin en az üçte biri balık unudan karşılanması gereklidir. Rasyon yapımında kullanılan yem ham maddeleri Kağsan Karadeniz Gıda ve Tarım Sanayi A.Ş' Antalya dan temin edilmiştir. Deneme yemleri izonitrojenik (%42 ham protein) olarak formüle edilmiştir. Test edilen yemler, temel olarak balık ununu soya küpesi+findık küspesi kombinasyonu ile kısmen ikame etme ve bunlara fitaz ilavesinin etkisini tespit etmek üzere formüle edilmiştir. Soya küspesi findık küspesi kombinasyonu protein katkı oranları 1:1 olacak şekilde hazırlanmıştır. Bu amaçla, üç farklı düzeyde balık unu ve soya+findık küspesi içeren temel alabalık yemi hazırlanmıştır. Bu yemlerde toplam proteininin %30, 40 ve 50'nin balık unundan karşılanırken, geriye kalan kısmın soya+findık küspesi kombinasyonu ile (sırasıyla, %70, 60 ve 50) tamamlanması hedeflenmiştir (Çizelge 3.1). Ayrıca, her bir rasyonun fitaz ilaveli ve ilavesiz olmak üzere toplam 6 farklı formu oluşturulmuştur. Fitaz ilavesiz rasyonlar (-) ve fitaz ilaveli rasyonlar ise (+) olarak kodlanmıştır (Çizelge 3.2). Rasyonların

sindirilebilirliğinin belirlenmesi amacıyla indikatör olarak %0.5 düzeyinde kromik oksit ilave edilmiştir. Yem yapımında kullanılan yem hammaddeleri homojenize edilerek araştırma amaçlı bir pelet makinesinde 3 mm çapında kuru olarak preslenerek yem torbalarına alınmıştır (Şekil 3.1). Hazırlanan temel rasyonun ana yapısı Çizelge 3.1’de, rasyonlarda kullanılan besin ham maddeleri ve miktarları da Çizelge 3.2’de ve kuru madde üzerinden içerikleri Çizelge 3.3’te verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Deneme rasyonlarında kullanılan balık unu, soya küspesi ve fındık küspesinin toplam ham proteine oransal katılımları ve fitaz içerikleri.

Rasyonlar	Balık unu (%) (protein katkısı %)	Soya + Fındık küspesi (%) (protein katkısı %)	Fitaz ilavesi (1000 FTU)
R1(-)	18 (30)	61.8 (70)	(-)
R1(+)	18 (30)	61.8 (70)	(+)
R2(-)	24 (40)	52.6 (60)	(-)
R2(+)	24 (40)	52.6 (60)	(+)
R3(-)	30 (50)	43.4 (50)	(-)
R3(+)	30 (50)	43.4 (50)	(+)

Çizelge 3. 2. Deneme rasyonlarının yapısına giren hammaddeler ve katılma oranları (%).

	R1(-)	R1(+)	R2(-)	R2(+)	R3(-)	R3(+)
Balık unu	18	18	24	24	30	30
Soya küspesi	28,8	28,8	24,8	24,8	20,4	20,4
Fındık küspesi	33	33	27,8	27,8	23	23
Mısır gluteni	2,4	2,4	1,7	1,7	1	1
Buğday unu	1,65	1,64	3	2,99	5,5	5,49
Mısır unu	0	0	3,85	3,85	7,05	7,05
Vitamin karması	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Mineral karması	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Balık yağı	14.4	14.4	13.1	13.1	11.3	11.3
Karboksimetil Selüloz	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
kolin klorit	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Kromik oksit	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Fitaz enzimi	-	0.002	-	0.002	-	0.002
TOPLAM	100	100	100	100	100	100

Çizelge 3.3. Denemede kullanılan yemlerin besin madde içerikleri (Kuru madde % üzerinden).

	R1(-)	R1(+)	R2(-)	R2(+)	R3(-)	R3(+)
Kuru madde	93.61	93.39	93.68	93.78	94.07	93.45
Protein	45.55	45.41	45.41	44.67	44.67	45.96
Lipit	18.84	15.29	15.29	15.99	15.99	22.58
Kül	9.11	9.33	9.33	9.49	9.49	9.32
Toplam enerji (Mj/kg)	23.18	24.07	22.28	23.4	22.34	23.37
Fosfor	1,59	1,76	1,58	1,73	1,55	1,72
Fitik asit	1,21	1,33	1,04	1,19	1,14	1,07
Sindirilebilir fosfor	1,03	1,31	0,88	1,28	0,86	1,11



Şekil 3.1. Deneme yemlerinin hazırlanma aşamaları a; Yem ham maddelerinin öğütülmesi, b; Öğütülen yem ham maddeleri, c; Yemlerin karışım aşaması, d; Kuru peletleme.

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin planlanması ve kurulması

Deneme, 11 Mayıs-25 Temmuz 2015 tarihleri arasında 75 gün yürütülmüştür. Deneme üzeri saca kaplı bir alanda, sürekli su akışlı sistemde, suyun ızgara ve sünger filtrelerden geçirilerek her tanka 12 L/dakika verildiği sistemde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2). Denemede, başlangıç ağırlığı yaklaşık 27.8 g olan balıklar her birinde 25 adet olmak üzere 18 deneme tankına (400 L) rastgele dağıtmıştır. Deneme başlamadan önce iki haftalık adaptasyon döneminde kontrol yemi ile günlük vücut ağırlıklarının yaklaşık %2'si düzeyinde sabah ve akşam yemlenmiştir. Deneme başında, her tanktaki balık sayısı 20'ye düşürülmüştür. Başlangıç vücut kompozisyonu belirlenmek üzere popülasyonu temsil etmek için 25 balık ayrılmış ve aşırı dozda bayıltıcı ile öldürülerek analize kadar -20°C'de tutulmuştur.



Şekil 3.2. Deneme tankları

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 6 grup ve her grup 3 tekerrür olacak şekilde planlanmıştır. Balıklar, deneme süresince elle ve günde iki kez (8:30 ve 15:00) doyana kadar yemlenmiştir. Balıklar deneme boyunca 15 günde bir 0,3 mL/L fenoksietanol bayıltılarak toplu olarak tamamı tartılmıştır. Deneme sonunda; 5'i vücut indeksleri, 5'i tüm vücut kompozisyonları belirlemek için her tanktan toplam 10 balık aşırı dozda bayıltıcı ile öldürülerek alınmıştır.

Örneklenen balıklar kurutma kâğıdıyla kurutulmuş, boylarının ölçülmesinde mm bölmeli ölçüm tahtası, tüm balık ve iç organların tartımında ise 0.01 g duyarlılığında elektronik terazi kullanılmıştır. Tanklarda kalan balıklar besin madde sindirilebilirlik katsayılarına etkisinin araştırılması için günde 2 kez doyuncaya kadar yemlenmiş ve üç günde bir bayıltılıp kurutma kâğıdıyla kurutulduktan sonra sağılarak dışkıları toplanmıştır. Toplama sonunda tüm dışkılar ortalamayı temsilen birleştirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Toplanan dışkılar analiz edilene kadar derin dondurucuda -20°C'de muhafaza edilmiştir. Denemelerin yürütülmesiyle ilgili görüntüler (Şekil 3.3.)'te verilmiştir.

3.2.2. Deneme suyunun fiziko-kimyasal kalitesi

Deneme süresince tankların su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen konsantrasyonları YSI 55 12 FT marka dijital oksijenmetre ile pH değerleri ise YSI 63-10 FT marka pH metre ile haftada 3 kez ölçülmüştür. Diğer analizler Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretme ve Eğitim Enstitüsü Kimya laboratuvarında analiz edilmiştir (Çizelge 3.4.).

Çizelge 3.4. Deneme süresince elde edilen sıcaklık, oksijen pH değerleri ile Mayıs ve Temmuz ayları su analiz sonuçları.

Ölçülen parametreler	Ortalama±stsapma	
Sıcaklık	17.5±0.52	
Oksijen	9.2±0.55	
pH	8.0±0.08	
Analiz edilen parametreler	Mayıs	Temmuz
AKM (mg/L)	0.1	2
NH ₄ ⁺ - N (µg NH ₄ ⁺ - N/L)	7.1	23
NO ₂ ⁻ -N (µg NO ₂ ⁻ - N/L)	2	8
Toplam Alkalinite (mg CaCO ₃ /L)	468	439
CO ₃ ⁻² (mg CO ₃ ⁻² /L)	0	0
HCO ₃ ⁻ (mg HCO ₃ ⁻ /L)	571	536
Toplam Sertlik(mg CaCO ₃ /L)	464	438
Ca ⁺² (mg Ca ⁺² /L)	107	131
Mg ⁺² (mg Mg ⁺² /L)	48	27



Şekil 3.3. a; Yemlerin tartımı, b; Yemleme, c; Sıcaklık, oksijen ölçümü, d; Boy ölçümü e; İç organ tartım, f; Balık örneği.

3.2.3. Kimyasal analizler

3.2.3.1. Kuru madde

İçerdiği su miktarına bağlı olarak, yaklaşık 2-5 g örnek kurutma kaplarına konularak, eşit bir şekilde dağılması için dikkatlice sallanmıştır. 105 ± 2 °C'e ayarlanmış kurutma dolabında yaklaşık 1 gece tutulduktan sonra, oda

sıcaklığına kadar soğuması için desikatörde bekletilmiştir. Tartım işlemi gerçekleştirilen örneğin kuru maddesi, kaybolan nem miktarı üzerinden aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 1990; James, 1999).

$$\%Nem=100*(\text{Örnekteki ağırlık kaybı, g}) / (\text{Alınan örnek miktarı, g})$$

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

3.2.3.2. Ham protein

Yaklaşık 0,25 g civarında tartılan örnekler, 250 cc'lik Kjeldahl tüplerine alınarak, sülfürik asit, katalizör tablet ve hidrojen peroksit ilave edildikten sonra renk şeffaf hale gelinceye (yaklaşık 30 dakika) 410-420 °C'de kadar yakılmıştır.

Yakılan örnekler soğumaya bırakılmış, üzerlerine 50'şer ml saf su ve sodyum hidroksit çözeltisi ilave edildikten sonra 6-7 dakika destilasyona tabi tutulmuştur. Destilat önceden indikatörlü borik asit konan erlenlerde toplanarak (yaklaşık 125-150 ml) ve 0,1N sülfürik asit ile titre edilmiştir. Aynı şekilde muamelelerden geçirilen kör de titre edilerek sarf edilen miktar hesaplamada kullanılmış, aşağıdaki formüle göre hesaplanan N miktarı 6,25 ile çarpılarak ham protein düzeyi tespit edilmiştir (AOAC, 1990; James, 1999).

$$\%N=0,14 \times [(\text{Titrasyon sarf (ml)} - \text{Kör sarf (ml)}) \times \text{Faktör}] / \text{Örnek miktarı (g)}$$

3.2.3.3. Ham yağ

1-2 g örnek tartılarak yağ kartuşlarına alınmış, üstü %100 selülozlu pamuk ile kapandıktan sonra soksalet düzeneğine yerleştirilmiştir. Eterin damıtma hızı saniyede 5-6 damla olacak şekilde ayarlanmıştır. En az 4 saat süre ekstraksiyondan sonra, 100°C'de 30 dakika kurutma ve ardından desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutmanın ardından tartım gerçekleştirilmiştir (AOAC, 1990).

$$\%Yağ= (\text{Yağ Toplanmış Balonun Ağırlığı (g)} - \text{Boş Balon (g)}) / \text{Örnek (g)} \times 100$$

3.2.3.4. Ham kül

2 g civarında tartılan örnek, daha önceden kül fırınında yakılmış-desikatörde soğutulmuş kül potalarına koyulduktan sonra 600°C'de 2 saat yakılmış, daha

sonra desikatöre alınıp, oda sıcaklığına kadar soğutularak tartılmıştır. Ham kül aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

% Kül= $100 * ((\text{Örnek miktarı, g} - \text{Yakmada kaybolan miktar, g}) / (\text{Örnek miktarı, g}))$

3.2.3.5. Kromik oksit

Mikro dalga fırında nitrik asit ile yakılan örneklerin kromik oksit düzeyleri spektrofotometresinde belirlenmiştir (Furukawa ve Tsukahara, 1966).

3.2.3.6 Fitik asit analizi

Fitik asit analizi için 500 mg öğütülmüş yem örneği erlenmayer içine alınarak üzerine 50 ml %3 trikloroasetikasit (TCA) solüsyonu eklenmiş, 30 dakika sallandıktan sonra karışım 3.000 devirde 10 dakika santrifüj edilmiştir. 4 ml FeCl_3 solüsyonu hızlıca santrifüj edilen numuneden alınan 10 ml solüsyona eklenerek, kaynayan su banyosunda 45 dakika tutulmuştur. Sonra 3000 devirde 10-15 dakika santrifüj edilmiş, çökelti %3 TCA içinde yıkandıktan sonra birkaç mililitre distile su ve 1,5 N NaOH içine dağıtılmıştır. Solüsyon 30 ml'ye tamamlanarak Whatman No 2 filtre ile filtrelenmiş, daha sonra çökelti içinde 40 ml sıcak 3,2 N HNO_3 bulunan 100 ml lik kap içine alınmıştır. Soğutulduktan sonra hacmi distile su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Bu çözülden 5 ml alınarak 20 ml 1,5 M Potasyum tiyosiyanat (KSCN) ve distile su ilave edilerek 100 ml'ye tamamlanmıştır. UV -visible spektrofotometre ile 480 nmde hem kör numune hem de numuneler okutulmuştur (Vaintraub ve Lapteva, 1988).

3.2.3.7. Fosfor analiz

Yaklaşık 250 mg örnek mikrodalga yakma kaplarına tartılmış ve üzerine 10 mL konsantre HNO_3 ilave edilmiştir. Kapakları sıkıca kapatıldıktan sonra Berghof marka mikrodalga yakma cihazına yerleştirilmiş ve uygun programlama ile yaş yakmaya tabi tutulmuştur. Yakma işleminden sonra çıkarılan örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve üzerlerine 1-2 damla fenolftalein damlatılmıştır.

Ardından 10 N NaOH ile pembe-portakal rengi oluşuncaya kadar nötralize edilmiştir. Ardından açık sarı veya renksiz oluncaya kadar %50 HNO₃ damla, damla ilave edilmiştir. Örnekler saf su ile 50 mL'e tamamlanmıştır (Tanner ve ark., 1999). Örneklerin fosfor düzeyleri vanadat metodu ile spektrofotometre kullanılarak tespit edilmiştir (James, 1999).

3.2.3.8. Toplam enerji

Yemlerin ve dışkının toplam enerji içerikleri protein, yağ ve karbonhidrat içeriklerinin sırasıyla 23.7, 39.5 ve 17.2 MJ/kg katsayılarının çarpımıyla belirlenmiştir.

3.2.3.8 İstatiksel analiz

Verilerin normalliğinin kontrolünde Shapiro-Wilk W Test ile homojenliği ise Bartlett testi kullanılmıştır. Bütün yüzde değerler arcsin transformasyonundan sonra test edilmiştir. Deneme rasyonlarını (R1, R2 ve R3) protein içeriklerine balık unu ve soya küspesi ve fındık küspelerinin katlı oranları ile fitaz ilaveli ve ilavesiz hallerinin etkili olup olmadığı iki yönlü ANOVA ile analiz edilmiştir. Grup ortalamaları arasındaki önem kontrollü Tukey testiyle yapılmıştır. P<0.05 önem düzeyinde değerlendirilmiştir. Analizler JMP 8.0 İstatistik Paket Programı kullanılarak yürütülmüş, sonuçlar ortalama standart hata (ort. ± S.H.) şeklinde verilmiştir.

3.2.3.9. Hesaplamalar

Kuru madde Sind. = $100 \times (1 - (\text{Yemdeki indikatör} / \text{Dışkıdaki indikatör}))$ (Cheng et al., 2004 a)

Bes. Mad. Sind. Katsayısı = $100 - [(100 \times (\text{Yemdeki indikatör} / \text{Dışkıdaki indikatör})) \times (\text{Dışkıdaki Bes. Mad.} / \text{Yemdeki Bes. Mad.})]$ (Hoşsu ve ark., 2001)

Tutulan Bes. Madde (%) = $100 \times (\text{Depolanan Bes. Mad. (g)} / \text{Yemle Verilen Bes. Mad. (g)})$ (Paspatis ve ark., 2000; Vielma ve ark., 2002)

Atılan Bes. Mad. (g/kg) = (Yemle verilen Bes. Mad (g)- Depolanan Bes. Mad. (g))/CAA (kg) (Paspatis ve ark., 2000; Vielma ve ark., 2002)

Besin Madde Kazanımı (g/kg OAGün) = Final vücut besin içeriği (g) - Başlangıç vücut besin içeriği (g/kg Ortalama vücut ağırlığı) / gün (Akpınar ve ark., 2012)

Besin Madde Alımı (g/kg OAGün) = (Besin madde alımı (g) / Ortalama ağırlık artışı (kg)) / Gün (Akpınar ve ark., 2012)

Ortalama Ağırlık Artışı (kg) = (Dönem Sonu Canlı Ağırlık (kg) + Dönem Başı Canlı Ağırlık (kg)) / 2 (Akpınar ve ark., 2012)

Toplam Katı Atık (g/kg balık) = Alınan yem(KM)*(1-(KM sindirim katsayısı)/Ağırlık Artışı (kg) (Cho ve Bureau, 2001)

Katı N Atığı (g/kg balık) =Tüketilen yemdeki (KM) Azot*(1- Protein. Sind. Katsayısı) / ağırlık artışı (Cho ve Bureau, 2001)

Çözünmüş N, Atığı (g/kg balık) = ((Yemdeki N* Protein. Sind. Katsayısı)-Tutulan N) / Ağırlık artışı (Cho ve Bureau, 2001)

Katı P Atığı g/kg balık) =Tüketilen yemdeki (KM) Fosfor*(1- Protein. Sind. Katsayısı) / ağırlık artışı (Cho ve Bureau, 2001)

Çözünmüş P Atığı (g/kg balık) = ((Yemdeki P* Protein. Sind. Katsayısı)-Tutulan P) / Ağırlık artışı (Cho ve Bureau, 2001)

3.2.3.10. Büyüme parametrelerinin hesaplanması

Canlı ağırlık artışı (CAA) = Dönem Sonu Canlı Ağırlık (g)-Dönem Başı Canlı Ağırlık (g)

Yem Değerlendirme Oranı (YDO) =Yem Tüketimi (g kuru madde)/ Canlı Ağırlık Artışı (g) (Hoşsu ve ark., 2001)

Viserosomatik İndeks (VSI) = [İç Organlar Ağırlığı (g)/ Vücut Ağırlığı (g)] ×100 (Metailler 1987)

Hepatosomatik İndeks (HSİ) = [Karaciğer Ağırlığı (g) / Vücut Ağırlığı (g)] × 100 (Metailler, 1987)

Karkas Randımanı (KR) = [İç Organları Çıkarılmış Balık Ağırlığı (g)/ Vücut Ağırlığı (g)] ×100 (Metailler, 1987)

Kondisyon Faktörü (KF) = [Vücut Ağırlığı (g)/(Çatal Boy (cm))³]×100 (Hoşsu ve ark., 2001)

Spesifik Büyüme Oranı (SBO) = [(ln W₂ - ln W₁) / T (gün)] × 100 Burada; W₁: Dönem başı ağırlık, W₂: Dönem sonu ağırlık, t: Süre (Hoşsu ve ark., 2001)

Protein Etkinlik Oranı (PEO)= Ağırlık artışı (g)/ Tüketilen Protein Miktarı (g) (Hoşsu ve ark., 2001)



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Büyüme ve Yemden Yararlanma Performansı

Denemede balık unu proteini %30, 40 ve 50 oranında, soya küspesi proteini ve fındık küspesi proteini %70, 60 ve 50 oranda eşit miktarda ayrıca fitaz ilavesini 0 ve 1000 FTU düzeyinde içeren rasyonların gökkuşuğu alabalığının deneme sonucu canlı ağırlığına, yem dönüşüm oranına, SBO, PEO ve kondisyon faktörü üzerine etkileri çizelge 4.1’de verilmiştir.

Deneme rasyonunun protein kaynakları yapısına göre 3 seviyesi ile fitazın 2 seviyesinin faktöriyel ($R_{1-3} \times F_{(0-1)}$) veya bu faktörlerin iki yönlü analizinde deneme gruplarının son ağırlık, yem dönüşüm oranı, SBO, PEO ve kondisyon faktörü ortalamaları üzerine bu iki faktörün interaksiyonu önemsiz ($p>0,05$) çıkmıştır. Bu durumda rasyon faktörlerinin kendi seviyeleri arasındaki farklılıklar önemli ($P<0,05$) bulunmuştur. Fitazın kendi seviyeleri arasındaki PEO hariç ($P<0,05$) benzer bulunmuştur.

Deneme başlangıcında 27.80 g ile 27.88 g aralığındaki balıklar, 75 günlük deneme sonucunda, 80.63 – 92.20 g’a ulaşmıştır. Deneme sonu canlı ağırlık ortalamaları incelendiğinde en fazla büyümenin fitaz içermeyen %50 balık unu ve proteini içeren R3(-) grubunda, en düşük ise R1(+) grubunda gerçekleştiği görülmüştür. Bu grup yüksek balık unu alan R3 grubu balıklardan istatistiksel olarak önemli derecede daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$). İki yönlü ANOVA, deneme sonu ağırlıkların rasyondaki balık unu veya bitkisel protein düzeylerinden etkilendiğini, R1 ve R2 rasyonu ile beslenen grupların ortalamaları birbirlerine benzer $P>0,05$ ancak R3 rasyonu ile beslenen gruptan daha düşük oldukları belirlenmiştir ($P<0.05$).

Deneme gruplarının ortalama canlı ağırlık artışı (CAA), deneme sonu ortalama balık ağırlıklarına benzer bir seyir göstermiştir. Denemede kullanılan R1(-), R1(+), R2(-), R2(+), R3(-) ve R3(+) rasyon fitaz gruplarında canlı ağırlık artışı sırasıyla 59.96, 52.80, 54.97, 56.06, 64.35 ve 62.35 g olarak gerçekleşmiştir. R3

grubu en yüksek, R1(+) en düşük canlı ağırlık artışını sağlamış ve bunlar arasındaki farklılık önemli olmuştur ($P<0.05$). Deneme sonu ortalama CAA yemlerin bitkisel protein içeriği artışından olumsuz etkilenmiş ve R1 ve R2 muameleleri R3'e göre önemli derecede daha düşük gerçekleşmiştir ($P<0.05$). Ancak fitaz ilavesi herhangi bir farklılık yaratmamıştır ($P >0.05$). Deneme sonu muamelelerin SBO değerleri hem bitkisel protein düzeyleri hem de fitaz ilavesine tepki bakımından CAA değerleri ile benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Farklı düzeylerde balık unu proteini, bitkisel protein ile fitaz içeren ve içermeyen rasyonların gökkuşağı alabalığının büyüme ve yemden yararlanma performansı üzerine etkilerine ait veriler.

Yemle	Fitaz	Deneme başı (g/balık)	Deneme sonu (g/balık)	CAA (g/balık)	Kondisyon faktörü	YDO	SBO (%/gün)	PEO
R1	(-)	27.88±0.02	87.84±0.61 ^{abc}	59.96±0.62 ^{abc}	1.40±0.02	1.13±0.02 ^a	1.53±0.01 ^{ab}	1.94±0.04 ^{ab}
	(+)	27.83±0.04	80.63±3.16 ^c	52.80±3.19 ^c	1.41±0.04	1.22±0.05 ^a	1.42±0.05 ^b	1.79±0.07 ^b
R2	(-)	27.83±0.04	82.80±1.84 ^{bc}	54.97±1.88 ^{bc}	1.40±0.06	1.21±0.02 ^a	1.45±0.03 ^{ab}	1.82±0.03 ^{ab}
	(+)	27.80±0.05	83.86±2.37 ^{abc}	56.06±2.34 ^{abc}	1.45±0.04	1.21±0.02 ^a	1.47±0.04 ^{ab}	1.82±0.04 ^{ab}
R3	(-)	27.85±0.05	92.20±0.33 ^a	64.35±0.38 ^a	1.43±0.01	1.12±0.01 ^a	1.60±0.01 ^a	2.00±0.02 ^a
	(+)	27.85±0.03	90.20±1.10 ^{ab}	62.35±1.12 ^{ab}	1.45±0.06	1.13±0.02 ^a	1.57±0.02 ^a	1.93±0.03 ^{ab}
İki yönlü ANOVA								
Yemler			0.002 (R1=R2)<R3	0.002 (R1=R2)<R3	0.717	0.016 (R2>R3)=R1	0.004 (R1=R2)<R3	0.048 (R2<R3)=R1
Fitaz			0.099	0.104	0.495	0.159	0.125	0.008*
Yem × Fitaz			0.121	0.125	0.738	0.205	0.139	0.165

*Aynı sütünde farklı harferle gösterilen ortalama değerleri birbirlerinden farklı ($P<0.05$). rasyon seviyeleri ortalama değeri <, > ve = işaretleri yemlerin ilgili değişkene etkisinin yönünü ve sıralamasını göstermektedir ($P<0.05$). Fitaz ilavesinin etkisi * ile gösterilmiştir (* : $P<0.05$ **: $P<0,01$).

CAA: Canlı ağırlık artışı, YDO: yem dönüşüm oranı, SBO: spesifik büyüme oranı, PEO, protein etkinlik oranı

Deneme grupların KF ortalamaların faktör seviyeleri ve interaksyonu önemsiz çıkmıştır. Muameleler arasında KF değerleri istatistiksel olarak önemli olmaksızın 1.40 ±0.02-1.45 ±0.06 arasında değişmiş ($P>0.05$). Benzer şekilde

KR değerleri de muameleler arasında sadece rakamsal farklılık arz etmiştir ($P>0.05$).

Deneme gruplarının balık başına yem tüketimleri 64.12-72.17 g arasında değiştii hesaplanmıştır. En fazla yem tüketimi ortalama 72.17 g ile büyümenin en fazla olduğu R3(-) grubunda, en düşük 64.12 g ile büyümenin en az olduğu R1(+) grubunda görülmüştür. Soya ve fındık küspesini daha yüksek düzeylerde içeren R1 ve R2 rasyonları ile beslenen grupların R3 ile beslenenlere göre daha az yem tüketmişlerdir ($P<0.05$). Fitaz ilavesi grupların yem tüketimlerini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilememiştir ($P >0.05$).

Grupların YDO'ları incelendiğinde R3(-) grubu 1.12 ile en iyi, R1(+) ise 1.22 ile en kötü olmuştur. Tek yönlü ANOVA'a göre muameleler arasında herhangi bir fark tespit edilmemiştir. Ancak rasyonların fitaz içerip içermediklerine bakılmaksızın YDO oranı değerleri arasındaki fark önemli ($P<0,05$), İki yönlü ANOVA, R2 yemini alan balıkların R3 yemini alanlara göre önemli derecede daha kötü YDO gösterdiklerini ortaya koymuştur ($P<0.05$). Yemlere fitaz ilavesi YDO bakımından herhangi bir etki yapmamıştır ($P >0.05$).

Deneme grubu balıkları PEO ortalama değerleri faktörlerin kendi seviyeleri arasında önemli çıkmıştır ($P<0,05$). En düşük PEO değeri 1.79 ile R1(+) grubunda, en yüksek 2.00 ile R3(-) grubunda görülmüş olup, farkın istatistiksel olarak önemli olduğunun altı çizilmelidir ($P<0.05$). Diğer gruplar ise hem birbirlerine hem de bu gruplara benzer değerler göstermişlerdir. YDO verilerinde olduğu gibi, PEO değerleri de R2 yemini alan balıklardan R3 yemini alanlara göre önemli derecede daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Diğer yandan, yemlere fitaz ilavesi soya ve fındık küspe düzeyleri ne olursa olsun balıkların PEO'nını önemli derecede düşürmüştür. ($P<0.05$).

4.2. Viserosomatik İndeks (VSi), Karkas Randımanı (KR) ve Hepatosomatik İndeks (HSİ) Verileri

Deneme gruplarına ait VSi, KR ve HSİ değerleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en düşük VSi oranı %12.98 ile en düşük bitkisel proteinli fitaz ilaveli grupta R3(+), en yüksek ise en düşük bitkisel proteinli R3(-)'te

(%14.09) gözlenmiştir. Belirtilen özelliklerin ortalama değerleri oranında rakamsal farklılıklar gözlenmesine rağmen, bitkisel protein düzeyleri ve fitaz ilavesi VSİ değerlerini önemli derecede değiştirmemiştir (P >0.05). Rasyonların ham proteinlerinin hammadde kaynaklarına ve fitaz içerip içermediklerine göre farklılık görülmemiştir.

En düşük HSI %1.17 ile R1(+)'de, en yüksek ise %1.40 ile R2(+) grubunda görülmüş olmakla birlikte, muamelelerin seviyelerine ve interaksiyonlarına göre istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır (P >0.05).

Çizelge 4.2. Farklı düzeylerde balık unu, bitkisel protein ile fitaz ilavesinin gökkuşağı alabalığının organ indeksleri üzerine etkileri.

Yemler	Fitaz	Viserosomatik indeks (%)	Hepatosomatik indeks (%)	Karkas randımanı (%)
R1	(-)	13.28±0.27	1.26±0.02	85.10±0.28
	(+)	13.02±0.28	1.17±0.08	85.38±0.36
R2	(-)	13.39±0.63	1.34±0.16	85.07±0.70
	(+)	13.70±0.58	1.40±0.12	84.64±0.65
R3	(-)	14.09±0.13	1.27±0.01	83.98±0.13
	(+)	12.98±0.24	1.22±0.07	85.24±0.30
İki yönlü ANOVA				
Yemler		0.546	0.267	0.406
Fitaz		0.299	0.703	0.340
Yem × Fitaz		0.237	0.738	0.214

Deneme gruplarının KR ortalamalarının faktör seviyeleri ve interaksiyonu önemsiz çıkmıştır. Muameleler arasında KR değerleri istatistiksel olarak önemli olmaksızın (P>0.05) 83.98±0.13- 85.38±0.36 arasında değişmiştir.

4.3. Vücut Kompozisyonu

Deneme başı ve sonu muamele gruplarına ait vücut kompozisyonu Çizelge 4.3. de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, rasyondaki bitkisel protein

kaynaklarının çeşitleri ve düzeylerine ve fitaz ilavesinin olup olmaması gökkuşağı alabalığının vücut kompozisyonunda önemli bir fark yaratmamıştır. Aynı faktörler arasında interaksiyon önemsiz olarak saptanmıştır. Tüm vücuttaki kuru madde miktarı muameleler arasında %30.73-31.84, kül %2.21-2.37, yağ %11.81-12.87, protein %14.59-15.21 ve fosfor %0.56-0.62 değişiklik göstermiştir.

Çizelge 4.3. Farklı düzeylerde balık unu, bitkisel protein ile fitaz ilavesinin gökkuşağı alabalığının vücut kompozisyonu üzerine etkileri.

Yemler	Fitaz	Kuru madde (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Fosfor (%)
Deneme başı		27.18	2.45	9.87	13.63	0.62
R1	(-)	31.15±0.50	2.28±0.01	12.47±0.15	14.84±0.18	0.59±0.03
	(+)	31.66±0.48	2.37±0.10	12.45±0.52	14.67±0.70	0.59±0.01
R2	(-)	31.84±0.48	2.30±0.05	12.87±0.47	14.59±0.35	0.62±0.00
	(+)	30.84±0.12	2.35±0.03	12.11±0.35	15.21±0.09	0.60±0.00
R3	(-)	31.22±0.37	2.22±0.15	12.30±0.11	14.82±0.24	0.59±0.03
	(+)	30.73±0.09	2.21±0.05	11.81±0.13	14.71±0.06	0.56±0.02
İki yönlü ANOVA						
Yem		0.492	0.330	0.377	0.891	0.146
Fitaz		0.314	0.534	0.146	0.699	0.242
Yem × Fitaz		0.172	0.805	0.548	0.468	0.799

4.4. Deneme Yemlerinin Sindirimi

Deneme yemlerinin besin madde sindirilebilirlik katsayıları Çizelge 4.4. verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, gruplar arasında kuru madde (KM) sindirim katsayıları %50.83 ile %62.34 aralığında değişim gösterdiği, buna rasyonun protein kaynakları çeşidi ve fitaz içerikleri ile bu faktörlerin kuru madde sindirimi üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur (P<0,05).

Rasyona balık unu ve bitkisel protein karışımının farklı düzeylerde içeren rasyonların yağ sindirilebilirliğini önemli derecede etkilememiştir ($P>0.05$). Buna karşın, fitaz ilavesi yağ sindirimini önemli derecede yükseltmiştir ($P<0.05$). Bu etki yemlerin bitkisel protein içeriğinden etkilenmemiştir (yem \times fitaz; $P>0.05$).

Çizelge 4.4. Farklı düzeylerde balık unu, bitkisel protein ile fitaz ilavesi ile beslenen grupların görünür besin madde sindirim katsayıları.

Yemler	Fitaz	Kuru madde	Lipid	Protein	Fosfor	Enerji
R1	(-)	60.90 \pm 3.87	95.22 \pm 0.93	83.07 \pm 1.43	64.43 \pm 2.85 ^{ab}	73.80 \pm 2.55
	(+)	62.34 \pm 3.57	94.79 \pm 0.53	84.37 \pm 1.12	74.38 \pm 1.19 ^a	74.99 \pm 2.35
R2	(-)	53.08 \pm 5.64	93.23 \pm 0.33	79.70 \pm 2.12	55.80 \pm 6.73 ^b	66.87 \pm 3.78
	(+)	57.85 \pm 0.61	93.76 \pm 0.21	81.47 \pm 0.16	74.11 \pm 0.38 ^a	76.45 \pm 0.28
R3	(-)	50.83 \pm 5.96	94.58 \pm 0.79	78.11 \pm 2.61	55.37 \pm 4.00 ^b	70.21 \pm 3.18
	(+)	60.73 \pm 2.98	96.33 \pm 0.16	82.40 \pm 1.19	64.99 \pm 2.74 ^{ab}	73.33 \pm 1.85
İki yönlü ANOVA						
Yemler		0.289	0.212	0.106	0.074	0.507
Fitaz		0.141	0.012*	0.091	0.001*	0.048*
Yem \times Fitaz		0.606	0.203	0.629	0.422	0.272

Aynı sütünde farklı harferle gösterilen değerler birbirlerinden önemli derecede farklıdır ($P<0.05$). <, > ve = işaretleri yemlerin ilgili değişkene etkisinin yönünü ve sıralamasını göstermektedir ($P<0.05$). Fitaz ilavesinin etkisi "" ile gösterilmiştir ($P<0.05$).

Rasyon protein kaynağına, miktarına ve rasyona fitaz ilave edilip edilmediğine göre proteinin sindirim katsayıları %78.11 ile %84.37 aralığında değişim göstermiştir ve istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Protein sindirim katsayılarına fitaz ilavesinin pozitif etki yaptığı gözlenmiştir. Rasyonun protein kaynağı çeşidi ve oranları fosforun sindirimini etkilememiştir ($P>0.05$). Rasyon fosforunun sindirimi %55.37 ile %74.38 aralığında değişim göstermiş, farklılıkta yemlerin bitkisel protein düzeylerinin etkisi olmamıştır ($P>0.05$). Fakat fitaz ilavesi tüm yemlerde fosfor sindirimini pozitif yönde etkilemiş ve bu etki istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Deneme rasyonlarının sindirilebilir enerji oranları, rasyon yağının sindirilebilirliğine benzerlik göstermiştir. Sadece fitaz katkısından rasyon pozitif yönde etkilenmiştir ($P<0.05$). Diğer bir ifade ile yemlerin balık unu veya bitkisel protein düzeylerinin önemli bir etkisi olmamıştır.

4.5. Azot ve Fosfor Kullanımı

Deneme gruplarının rasyon azot ve fosfor kullanımları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Rasyonların protein oranı ve fitaz içeriği rasyon azot tüketimini etkilememiştir ($P>0.05$). En yüksek azot tüketimi 1173.4 mg/kg ortalama ağırlık (OA)/gün olarak R2(+) grubunda olurken, en düşük azot (N) tüketimi 1139.8 mg/kg OA/gün olarak R1(-) grubunda gözlenmiştir. Deneme grubu balıkların azot kazanım miktarlarının üzerine rasyonun protein kaynağı, oranı ve fitaz içeriğinde etkilerinin benzer olduğu saptanmıştır ($P>0.05$).

Deneme sonu gökkuşağı alabalıklarının azot kazanımları 315.9 ile 350.8 mg/kg OA/ gün arasında değişmiştir ($P>0.05$). Azot kazanımlarına fitaz ve yem × fitaz interaksyonu da istatistiksel olarak etki etmemiştir ($P>0.05$).

Deneme gruplarında en yüksek azot tutumunun %30.63 ile R3(-) ile beslenen balıklarda ve en düşük %27.29 ile R1(+) grubunda olduğu görülmüştür. Deneme gruplarının Azot tutum oranları rasyonun protein kaynakları çeşidine, düzeylerine ve fitaz içerip içermemesinden etkilenmediği hesaplanmıştır ($P>0.05$).

En yüksek fosfor tüketimi 279.6 mg/kg OA/gün fitaz ilaveli R2 grubunda ve en düşük fosfor tüketimi 248.8 mg/kg OA gün olarak fitaz ilavesiz R3 grubunda gerçekleşmiştir. Fosfor tüketimi bakımından yemler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Deneme grubu balıkların rasyon fosforlarının tüketimleri üzerine rasyonun protein kaynağı, çeşidi, oranı ve fitaz düzeylerinin etkileri önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Ancak (Rasyon x fitaz) faktörlerin interaksyonu önemsiz çıkmıştır. İnteraksiyonun önemsiz çıkmasından dolayı faktörlerin kendi seviyeleri arasındaki önem kontrollerine

göre değerlendirilmiştir. Bitkisel kökenli protein oranına bakılmaksızın fitaz ilaveli yemler, ilavesizlere kıyasla, istatistiksel olarak önemli düzeyde daha yüksek fosfor tüketimine neden olmuştur ($P<0.05$). Gerçektende, iki yönlü ANOVA, gruplar arasında yem etkileşimleri bakımından ortaya çıkan farklılığın ($(R2>R3)=R1$) istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermiştir ($P<0.05$). Ayrıca, gruplar arasında fosfor tüketimi üzerine fitaz ilavesinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş, fitaz ilavesinin fosfor tüketimini oldukça artırdığı belirlenmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 4.5. Farklı düzeylerde balık unu, bitkisel protein ile fitaz ilavesi içeren rasyonlarla beslenen grupların azot, fosfor kullanımları .

Yemler	Fitaz (-)	N tüketimi (mg/kg OA/gün)	P tüketimi (mg/kg OA/gün)	N kazancı (mg/kg OA/gün)	P kazancı (mg/kg OA/gün)	N tutumu (%)	P tutumu (%)
R1	(-)	1139.8±15.0	248.9±3.3 ^b	340.4±6.3	80.15±6.38	29.88±0.83	32.27±2.99
	(+)	1159.5±11.0	277.7±2.6 ^a	315.9±30.2	73.69±2.13	27.29±2.79	26.53±0.70
R2	(-)	1165.5±2.5	252.9±0.6 ^b	319.4±5.8	83.03±1.58	27.41±0.54	32.82±0.59
	(+)	1173.4±5.8	279.6±1.4 ^a	342.5±9.4	79.81±1.75	29.19±0.76	28.55±0.67
R3	(-)	1145.6±5.3	248.8±1.2 ^b	350.8±8.2	82.33±5.61	30.63±0.83	33.07±2.11
	(+)	1165.3±8.2	272.4±1.9 ^a	342.2±4.9	74.40±4.14	29.37±0.57	27.33±1.61
İki yönlü ANOVA							
Yemler		0.116	0.049 (R2>R3)=R1	0.393	0.546	0.409	0.752
Fitaz		0.051	<0.001↑	0.776	0.103	0.532	0.003↓
Yem × Fitaz		0.756	0.461	0.259	0.841	0.271	0.884

*Aynı sütünde farklı harferle gösterilen değerler birbirlerinden önemli derecede farklıdır ($P<0.05$). <, > ve = işaretleri yemlerin ilgili değişkene etkisinin yönünü ve sıralamasını göstermektedir ($P<0.05$). Fitaz ilavesinin etkisi ↓ veya ↑ ile gösterilmiştir ($P<0.05$).

Deneme grubu balıkların fosfor kazanımları 73.69 ile 83.03 mg/kg OA/gün arasında gerçekleşmiştir. Fitaz kullanımının gruplar arasında fosfor kazanımını azaltma eğilimi varmış gibi görünse de, fosfor kazanımı bakımından gruplar arasındaki farklılıkların önemsiz ($P>0.05$), ayrıca fosfor kazanımı üzerine yem,

fitaz ve yem × fitaz etkileşimleri bakımından gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

Deneme gruplarının fosfor tutum oranları incelendiğinde, en yüksek fosfor tutumunun %33.07 ile R3(-) grubunda ve en düşük tutumunun %26.53 ile R1(+) grubunda ortaya çıktığı görülmüştür. Fosfor tutumu oranları bakımından gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli olmamıştır ($P>0.05$). Benzer şekilde, fosfor tutumuna yem ve yem × fitaz etkileşiminin etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$), ancak, iki yönlü ANOVA'ya göre fitaz ilavesinin fosfor tutumunu istatistiksel olarak çok önemli düzeyde azalttığını ortaya çıkarmıştır ($P<0.05$).

4.6. Tahmini Katı Atık, Partikül ve Çözünmüş Azot ve Fosfor Salınımları

Muamelelerin sindirim katsayıları da hesaba katarak yapılan kütle dengesi yaklaşımı ile hesaplanan toplam katı atık, toplam azot (N) ve fosfor (P) ile partikül ve çözünmüş azot ve fosfor deşarjları Çizelge 4.6. verilmiştir.

Buna göre en düşük toplam katı atık 443.3 kg/ton balık ile R3(+) grubunda gerçekleşirken, en yüksek toplam katı atık 568.4 kg/ton balık ile R2(-) grubunda belirlenmiştir. Deneme gruplarında yem, fitaz ve yem × fitaz etkileşimleri bakımından deşarj edilen toplam katı atık miktarları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır ($P>0.05$).

Toplam azot deşarjı en yüksek 65.41 kg/ton balık olarak R1(+) grubunda ve en düşük 55.61 kg/ton balık olarak R3(-) grubunda kaydedilmiştir. Deneme gruplarında yem, fitaz ve yem × fitaz etkileşimleri bakımından deşarj edilen toplam azot miktarları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

En düşük partikül azot deşarjı 13.99 kg/ton balık olarak R1(-) grubunda ve en yüksek partikül azot deşarjı 17.89 kg/ton balık olarak R2(-) grubunda gözlenmiştir. Yem protein kaynakları içeriği ve fitaz ilavesi toplam azot deşarjını istatistiksel olarak önemli derecede etkilememiştir ($P>0.05$).

Çizelge 4.6. Deneme gruplarında tahmin edilen katı atık, toplam azot (N), fosfor (P) deşarjı, partikül azot (N), fosfor (P) ve çözünmüş azot (N), fosfor (P) deşarj verileri (kg/ton balık)

Yemler	Fitaz	Toplam katı atık (kg/ton)	Toplam N deşarjı (kg/ton)	Toplam P deşarjı (kg/ton)	Partikül N deşarjı (kg/ton)	Çözünmüş N deşarjı (kg/ton)	Partikül P deşarjı (kg/ton)	Çözünmüş P deşarjı (kg/ton)
R1	(-)	443.8±49.4	57.88±1.65	12.23±0.75 ^c	13.99±1.34	43.88±1.62 ^{ab}	6.43±0.61	5.80±0.20 ^{cd}
	(+)	462.5±60.6	65.41±5.02	15.79±0.71 ^a	14.08±1.44	51.33±3.88 ^a	5.52±0.47	10.27±0.25 ^a
R2	(-)	568.4±67.0	63.92±0.68	12.84±0.34 ^{bc}	17.89±1.93	46.02±1.63 ^{ab}	8.45±1.28	4.40±1.30 ^{cd}
	(+)	510.9±6.74	62.19±1.91	14.95±0.42 ^{ab}	16.27±0.35	45.93±1.60 ^{ab}	5.42±0.18	9.53±0.27 ^{ab}
R3	(-)	550.5±62.1	55.61±1.03	11.64±0.28 ^c	17.51±1.93	38.10±2.89 ^b	7.76±0.64	3.88±0.57 ^d
	(+)	443.3±36.7	58.47±1.31	14.06±0.39 ^{abc}	14.57±1.03	43.90±1.45 ^{ab}	6.78±0.60	7.28±0.23 ^{bc}
İki yönlü ANOVA								
Yemler		0.280	0.067	0.082	0.144	0.040 (R1>R3)=R2	0.209	0.006 (R1>R3)=R2
Fitaz		0.268	0.168	<0.001↑	0.230	0.042↑	0.016↓	<0.001↑
Yem × Fitaz		0.488	0.200	0.356	0.590	0.281	0.275	0.384

*Aynı sütünde farklı harferle gösterilen değerler birbirlerinden önemli derecede farklıdır (P<0.05). <, > ve = işaretleri yemlerin ilgili değişkene etkisinin yönünü ve sıralamasını göstermektedir (P<0.05). Fitaz ilavesinin etkisi ↓ veya ↑ ile gösterilmiştir (P<0.05).

Çözünmüş azot deşarjı en düşük 38.10 kg/ton balık olarak R3(-) grubunda ve en yüksek 51.33 kg/ton olarak R1(+) grubunda gerçekleşmiş ve bu iki muamele arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Gerçekten de, iki yönlü ANOVA, deneme grupları arasında en yüksek bitkisel protein içeren R1'in R3'e göre istatistiksel olarak daha fazla çözünmüş azot saldıgını ortaya koymuştur ((R1>R3)=R2: P<0.05). Diğer yandan, yemlere fitaz ilave edildiğinde çözünmüş azot deşarj miktarlarını önemli ölçüde yükseltmiştir (P<0.05).

Toplam fosfor deşarjı en yüksek 15.79 kg/ton balık miktarı ile R1(+) grubunda ve en düşük 11.64 kg/ton balık miktarı ile R3(-) grubunda kaydedilmiştir. Fitaz ilaveli R1(+) ve R2(+) yemleri ile beslenen balıklar fitaz ilavesiz R1(-) ve R3(-) yemlerini alan balıklardan önemli derecede daha fazla fosfor deşarj etmişlerdir (P<0.05). Zira, iki yönlü ANOVA, genel olarak deneme yemlerine fitaz katmanın toplam fosfor deşarj miktarlarının çok önemli düzeyde yükselttiğini ortaya

çıkarmıştır ($P<0.05$). Bununla birlikte, yem ve yem \times fitaz interaksiyon etkileri önemsiz olmuştur ($P>0,05$).

Partikül fosfor deşarjı en yüksek 8.45 kg/ton olarak R2(-) grubunda ve en düşük 5.42 kg/ton balık olarak R2 (+) grubunda kaydedilmiş, ancak tüm muameleler göz önüne alındığında istatistiksel bir farklılık tespit edilmemiştir. Partikül fosfor deşarjı bakımından rasyonlar arasındaki protein kaynakları ve bunların fitaz ile interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Buna karşın eksojen fitaz katkısının partikül fosforu önemli derecede düşürdüğü gözlenmiştir ($P>0.05$).

Toplam fosfor deşarjında gözlendiği gibi, çözülmüş fosfor deşarjı da en yüksek 10.27 kg/ton balık olarak R1(+) grubunda ve en düşük 3.88 kg/ton balık olarak R3(-) grubunda kaydedilmiştir. Soya ve fındık küspesinin daha yüksek kullanıldığı R1(+) ve R2(+) yemleri ile beslenen balıklar, R1(-), R2(-) ve R3(-) ile beslenenlerden daha yüksek çözülmüş fosfor deşarjı etmişlerdir ($P<0.05$). Yemdeki bitkisel protein düzeyi arttıkça deşarj edilen çözülmüş fosfor miktarı da artmış ve en yüksek düzeyde istatistiksel fark önemli olmuştur ($(R1>R3)=R2$; $P<0.05$). Bu artışta eksojen fitaz ilavesi çok önemli katkı yapmıştır ($P<0.05$). Ancak yem \times fitaz etkileşimi bakımından önemli bir etkisi ($P>0.05$) ortaya çıkmamıştır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Soya küspesi uzun zamandır balık ununa alternatif olarak balık yemlerinde araştırılmaktadır. Ancak, balık ununa kıyasla daha düşük protein, enerji ve amino asit elverişliliği, bazı amino asitler bakımından sınırlayıcılığı, antibesinsel madde içerikleri, proteaz inhibitörleri, selüloz ve karbonhidrat içeriği gibi olumsuz özellikleri yemde kullanılabilir düzeylerini sınırlamaktadır (Gatlin vd., 2007). Bu olumsuzluklara fitik asit nedeniyle düşük fosfor ve katyonik mineral madde elverişliliklerini de eklemek gerekir (Gatlin vd., 2007; Kumar vd., 2012). Yemlere fitaz enzimi ilavesi fosfor ve mineral maddelerle ilgili problemin çözümünde kullanılan bir yaklaşımdır. Ancak, bu çalışmada yem × fitaz etkileşimi istatistiksel olarak önemsiz bulunduğundan, soya ve fındık rasyonunun protein kaynakları ve fitaz seviyelerine göre etkileri ayrı ayrı ele alınmıştır.

Bu çalışmada rasyonda %20.4-28.8 arasında kullanılan soya küspesi düzeyleri, literatürde gökkuşuğu alabalığı büyüme yemlerinde güvenle kullanılabilir sınırlar (%25) içinde görünmektedir (Li vd., 2000). Ancak fosfor ve sınırlayıcı amino asitlerce takviye edildiğinde soya küspesi miktarının %45'e kadar çıkarılabileceği rapor edilmiştir (Taş ve Gökmen, 2018). Ancak bu çalışmada herhangi bir amino asit veya fosfor katkısının yapılmadığı tekrar vurgulanmalıdır. Kullanılan fındık küspesi düzeyleri ise %23-33 arasında olup, bu düzeyler gökkuşuğu alabalığında daha önce yürütülen araştırma bulgularının önerdiği büyüme ve yemden yararlanma performanslarını etkilemeksizin kullanılabilir üst limitler dahilindedir (Bilgin vd., 2007; Bulut vd., 2009; Emre vd., 2008a; Emre vd., 2008b; Ergun vd., 2008; Sevgili vd., 2009b). Soya küspesi ve fındık küspesi beraber kullanıldığından, bunların besleme değerlerini beraber hesaba katmak gerekecektir. Bu iki hammaddeyi karşılaştıran araştırma sayısı sınırlıdır. Bilgin vd. (2007) gökkuşuğu alabalığında %44 balık unu ve %25.5 soya küspesine dayalı bir yemde, soya küspesinin yerine fındık küspesini ikame etmişler ve fındık küspesinin rakamsal olarak daha düşük büyüme performansına rağmen, piyasa fiyatları göz önüne alınarak soya küspesinin tamamı yerine ikame edilebileceğini kaydetmişlerdir. Benzer

yemleri aynı türde deniz suyunda kullanan diğer bir çalışmada ise, soya küspesinin %78'nin findık küspesi ile ikame edilebileceği rapor edilmiştir (Bulut vd., 2009). Bu bulgular, findık küspesinin farklı türlerde balık unu yerine kullanılabilme olanaklarını ele alan bir dizi araştırma bulguları ile paralellik göstermektedir (Emre vd., 2008a; Sevgili vd., 2011). Yapılan çalışmalar karnivor gökkuşığı alabalığı, Avrupa levreği ve çipura yemlerinde protein kaynağı olarak balık unu yerine findık küspesinin kısmen kullanılabilmesini ve bu türlerin yemlerine %40 düzeylerine kadar güvenle katılabileceğini rapor etmişlerdir. Buna karşın aynalı sazan yavrularında balık unu yerine ikame girişiminde, findık küspesinin yemdeki düzeyinin %10'u geçmemesi önerilmiştir (Sevgili vd., 2011). Bu araştırmalar, findık küspesinin yüksek miktarda yemlere katılması durumunda bazı amino asitlerce örneğin, lizin ve metiyonin+sistin bakımından desteklenmesini, sazan yemlerinde ise çözünebilir fosfor ilavesi gerektiğini göstermiştir. Metiyonin+sistin başta olmak üzere soya küspesinin yüksek düzeylerde kullanılması durumunda da lizin, arginin ve treonin takviyelerinin gerektiği not edilmiştir (Gatlin vd., 2007; Riche vd., 2001).

Her iki hammaddenin beraber kullanılması durumunda farklı balık türleri için besleme değerlerinin değişiklik arz edebileceği öngörülebilir. Gökkuşığı alabalığında yürütülen bu çalışmada bitkisel protein kaynağı olarak soya ve findık küspelerinin toplam miktarı %43.4-61.8 arasında değişmiş, bunların düzeyinin %43.4'ten 52.6'a çıkarılması büyüme performansı, YDO ve PEO'nunu önemli derecede kötüleştirmiştir. Bunun nedenleri yukarıda anıldığı gibi çok sayıda olabilir. Öncelikle deneme rasyonlarına herhangi bir amino asit ilavesi yapılmadığından sınırlayıcı amino asitler bakımından eksikliklerin olabileceğinin altı çizilmelidir. Gerçekten de R1 ve R3 rasyonlarının (Emre vd., 2008b; NRC, 2011)'e göre hesaplanan amino asit düzeyleri (R1: 2.3, R3: 2.7) lizin bakımından gökkuşığı alabalığının gereksinimi (% 2.4) karşılama bakımından yetersiz kalabileceğini göstermiştir. Ayrıca, soya küspesinin sınırlı ya da hiç sindirilemeyen polisakkarit, oligosakkarit ve fitik asit içerikleri ile antijenik bileşikler, proteas inhibitörleri, lektin, saponin ve östrojenik maddeler de düşük büyüme performansında rol almış olabilir. Fitik asit, selüloz, hemisellülozik polisakkarit, oligosakkarit, pektin ve ksiloglukan (Dourado vd.,

2003; Montella vd., 2013; Taş ve Gökmen, 2018) gibi içeriklerin fındık küspesinin yüksek düzeylerinin büyüme ve yemden yararlanma performansına ne denli katkı yaptığını kestirmek güçtür. Bu konuda daha ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Farklı düzeylerde bitkisel protein kullanımı gökkuşuğu alabalıklarının VSI, KR, KF ve HSI'lerine istatistiksel olarak önemli bir etkide bulunmamıştır ($P>0,05$). Bu bulgular soya küspesi ve fındık küspesinin değerlendirildiği önceki çalışmaların (Barnes vd., 2014; Bulut vd., 2009; Emre vd., 2008a; Sevgili vd., 2009b) bulguları ile paralellik göstermektedir.

Benzer şekilde muameleler tüm vücut kuru madde, protein, lipit ve kül düzeyinde önemli bir farklılık yaratmamıştır. Yapılan çalışmalar soya küspesi ve fındık küspesi ile beslemenin balıkların vücut kompozisyonuna etkileri bakımından tam bir uyum göstermemektedir. Örneğin, Bulut vd. (2009), Emre vd. (2008a), Emre vd. (2008b) ve Sevgili vd. (2009b) fındık küspesinin balık unu veya soya küspesi yerine ikamesinin vücut besin madde kompozisyonunu etkilemediğini rapor ederken, Bilgin vd., 2007; Dogan ve Bircan, 2015; Ergun vd., 2008; Sevgili vd., 2011 bunun aksini ileri sürmüşlerdir. Aynalı sazan yeminde fındık küspesinin balık unu yerine ikame düzeyi arttıkça ortaya çıkan vücut lipit ve kuru madde düzeyinde artış ve kül düzeylerindeki düşüş fındık küspesinin yetersiz fosfor seviyesine bağlanmıştır (Sevgili vd., 2011). Fosfor ilavesi yapıldığında ise lipit düzeylerinde fark gözlenmezken, kül seviyesinde artış kaydedilmiştir (Büyükcapar ve Kamalak, 2007). Bilgin vd. (2007), gökkuşuğu alabalıklarının beslenmesinde soya küspesinin tamamı yerine fındık küspesi kullanılması durumunda vücut protein ve lipit oranlarında düşme, nem içeriğinde ise artış olduğunu kaydetmişlerdir. Fındık küspesinin üretildiği varyetenin, onun içeriğini etkileyebileceğine dikkat çekilmiş (Emre vd., 2008b; Köksal vd., 2006), bunun da araştırmalar arasında vücut kompozisyonu ve diğer değişkenlerde gözlenen farklılıkların deneme koşullarından kaynaklanabileceği kanısındayız.

Rasyonlarda balık unu yerine soya ve fındık küspesinin farklı kombinasyonlarının kullanılması kuru madde, lipit, protein, fosfor ve enerji sindirilebilirlik katsayılarını etkilememiştir (Çizelge 4.4). Sazan ve gökkuşuğu alabalığında yürütülen çalışmalarda fındık küspesinin rasyondaki artışı kuru madde ve enerji sindirilebilirliklerini düşürdüğü rapor edilmiştir (Dogan ve Bircan, 2015; Sevgili vd., 2011; Sevgili vd., 2009b). Soya küspesinin balık unu yerine %30 civarında katılması durumunda Atlantik salmon ve gökkuşuğu alabalığının her ikisinde de enerji sindirilebilirliği önemli derecede düşmüştür (Refstie vd., 2000). Araştırmacılar, gökkuşuğu alabalığının soya küspesinin anti besinsel faktörlerinin olumsuz etkilerini daha iyi tolere ettiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada bitkisel protein düzeyleri arasında besin madde sindirilebilirlikleri arasında fark görülmemesinin nedeni, gökkuşuğu alabalığının toleransına bağlanabilir.

Deneme yemlerinde artan bitkisel protein düzeyleri N tüketimi, tutumu, toplam N deşarjı ve partikül N deşarjını önemli derecede etkilemez iken, R1 yemini alan balıklar R3'ü alanlardan önemli ölçüde daha yüksek çözünmüş N deşarj etmişlerdir. Ergun vd. (2008) kalkanda soya küspesinin yerine fındık küspesinin %30 düzeyine çıkarılması durumunda, N tüketiminin arttığını ancak N tutumunun düşerek deşarj edilen N miktarının arttığını rapor etmişlerdir. Buna karşın, gökkuşuğu alabalığında yürütülen bir çalışmada balık unu yerine fındık küspesinin %30'a kadar çıkarılması N tutumunu önemli derecede artırmıştır (Sevgili vd., 2009b). Son araştırmacıların verileri üzerinden yapılan bir hesaplama, ortalama toplam, partikül ve çözünmüş N deşarjlarının kontrol ve %30 fındık küspeli gruplarda, sırasıyla 46.3 ve 39.1, 11.3 ve 11.1, 35.0 ve 28.0 kg/ton OA olduğunu ortaya koymuştur. Rakamsal olarak karşılaştırıldığında fındık küspeli yemlerin toplam ve çözünmüş N kayıplarında daha başarılı olduğu görülmektedir. Genel olarak bu rakamlar şu anki çalışmada elde edilenlerden daha düşüktür. Bu zıtlık muhtemelen şimdiki çalışmanın yem formülasyonlarındaki bitkisel protein içeriklerinin çok daha yüksek olmasına bağlanabilir.

Soya ve fındık küspesinin beraber kullanıldığı bu çalışmada deneme yemlerinin fitik asit düzeyleri %1.07-1.33 arasında değişmiştir. Eksojen fitaz katkısının gökkuşağı alabalıklarında büyüme performansı ile ilgili, PEO hariç, tüm değişkenlerde istatistiksel olarak herhangi bir değişiklik yapmadığı görülmüştür. PEO verileri ise fitaz enzim ilavesinden önemli derece olumsuz etkilenmiş, konu ile ilgili literatür bildirişleri ile zıtlık sergilemiştir. Fitik asitin proteinlere bağlanarak pepsin, tripsin ve kimotripsin enzim aktivitesini düşürebildiği ve dolayısıyla protein elverişliliğini azalttığı rapor edilmektedir (Kumar vd., 2012). Yapılan araştırmalarda, soya küspesi içeren yemlere fitaz ilavesinin protein elverişliliğini olumlu etkilediğini bildiren araştırmacılar olmakla birlikte (Diler vd., 2012; Nwanna vd., 2017; Sugiura vd., 2001), herhangi bir etkinin olmadığını bildirenler de bulunmaktadır (Lanari vd., 1998). Şu anki çalışmada, farklı deneme yemleri alan balıkların protein ile ilişkili verilerine göz atıldığında, fitaz ilavesinin vücut protein düzeyini, protein sindirilebilirliğini, N tüketimi, kazancı ve tutumu ile toplam ve partikül N deşarjlarını önemli derecede etkilemediği, ancak çözülmüş N kaybını önemli derecede artırdığı görülmüştür. Bu bulgu, Atlantik salmonda soya protein konsantreli yeme fitaz ilavesinin çözülmüş N kaybını düşürdüğü rapor eden çalışmaya ile zıtlık göstermektedir (Storebakken vd., 1998). Daha düşük çözülmüş N deşarjını bu araştırmacılar, fitaz ilavesi ile soya protein konsantresinin proteininin biyolojik değerinin artırmasına bağlamışlardır. Şu anki araştırmada ise daha yüksek çözülmüş N kaybının nedeni, her ne kadar istatistiksel olarak önemli bulunmasa da, fitazlı yemlerin rakamsal olarak daha kötü büyüme, PEO ve YYO ile daha yüksek protein sindirilebilirliği ve N tüketimine karşın, alınan proteinin muhtemelen ideal olmayan amino asit profili nedeniyle vücutta tutulamadan solungaç ve idrar yoluyla atılması olabilir. Çözülmüş N deşarjı ile SBO, PEO, YYO, protein sindirilebilirliği ve N tüketimi arasındaki istatistiksel olarak çok önemli korelasyonlar iddiayı desteklese de, bu noktaların açıklanmasında daha ileri çalışmalar gerekmektedir.

Yemlere eksojen fitaz ilavesinin bireysel amino asit sindirilebilirliğine her zaman olumlu katkı yapmayabileceği, hatta amino asit elverişliliğinin düşebileceği durumlar rapor edilmiştir (Kumar vd., 2012). Örneğin, Riche vd.

(2001) tilapiada balık unununun %100'üne kadar göreceli olarak soya küspesi ile ikame etmişler, bunlara fitaz enzim ilavesinin etkilerini araştırmışlardır. Fitaz ilavesi, protein sindirilebilirliğini önemli derecede etkilemez iken, metiyonin ve lisin sindirilebilirlikleri fitaz ilavesinden önemli derecede olumsuz etkilenmiştir. Yazarlar, fitatın diğer anti besinsel faktörlerin etkilerini azaltıcı, amino asitleri yıkımdan koruyucu ve suda çözünebilir bileşiklerin kaybını azaltıcı etkilerinin olduğunu, fitaz ilavesiyle parçalanmış fitatın bu etkilerinin kaybolmasıyla amino asitlerin elverişliliğindeki düşmenin ortaya çıkmış olabileceğini iddia etmişlerdir.

Fitaz ilavesinin balıkların vücut kuru madde, protein, lipid, kül ve fosfor miktarları üzerine herhangi bir etkisi tespit edilmemiştir. Bu bulgular, soya protein konsantresi + soya küspesine dayalı yemlere fitaz ilave etmenin gökkuşuğu alabalığının vücut kompozisyonuna herhangi bir etkisinin olmadığını ileri süren Vielma vd. (2000)'nin sonuçları ile uyumludur.

Bu araştırmada yemlere fitaz ilavesi kuru madde ve protein sindirilebilirliğini etkilemezken, lipid, enerji ve fosfor sindirilebilirliklerini önemli derecede artırmıştır. Kuru madde ve protein ile ilgili bulgular, gökkuşuğu alabalıklarında fitaz ilavesinin kuru madde ve protein sindirilebilirliklerini yükselttiğini rapor eden Diler vd. (2012) ve Sugiura vd. (2001)'nin çalışmaları ile zıtlık sergilerken, bu parametrelere fitaz katkısının herhangi bir etkisi belirlemeyen Riche vd. (2001) ve Vielma vd. (2000) tarafından rapor edilen bulgularla benzerlik göstermektedir. Cheng vd. (2004 b) fitaz ilavesinin gökkuşuğu alabalıklarında kuru madde ve protein sindirilebilirliğine etkisinin rasyon formülasyonuna bağlı olduğunu gözlemlemişlerdir. Yarı saf rasyonların protein kaynağı, jelatin + soya protein konsantresi veya jelatin + soya küspesine dayalı olması halinde, fitaz kuru madde ve protein elverişliliğini etkilemez iken, pratik rasyonlarda soya proteinlerine ilaveten fitaz kullanımı bu besinlerin sindirilebilirliğini artırmıştır. Fitaz ilavesinin pozitif etkisi rasyona konulan miktardan da etkilenmiştir. Şu anki araştırmada deneme yemlerinin kuru madde sindirilebilirlikleri üzerine herhangi bir etkisinin olması, atılan toplam katı atık miktarlarının da benzer olmasına neden olmuştur (Çizelge 4.6.).

Fitat molekülü lipit ve diğer besin türevleri ile kompleks oluşturabilmektedir. Ca/Mg fitatın lipit ile oluşturduğu kompleks "lipofitin" olarak isimlendirilmekte ve lipit kaynaklı enerjinin kullanımındaki en büyük engel olarak gösterilmektedir (Kumar vd., 2012). Eksojen fitaz ilavesinin fonksiyonu ile fitatın parçalanması ve bunun sonucunda bu tür kompleks bileşiklerin çözülmesi ile yemlerin sindirilebilir lipit ve enerji içeriğinin yükselmesi beklenebilir. Bu araştırmada fitaz ilavesi ile tespit edilen daha yüksek lipit ve enerji elverişliliği, yukarıda bahsedilen fitat komplekslerinin başarılı bir şekilde yıkımlanmasına bağlanabilir.

Bu araştırmada fitaz katkısının, yemlerin P sindirilebilirliğini çok önemli derecede yükseltmesi, yapılmış birçok araştırmanın bulguları ile paralellik arz etmektedir (Ayhan vd., 2008; Diler vd., 2012; Hurrell vd., 1992; Lanari vd., 1998; Nwana vd., 2017; Storebakken vd., 1998; Sugiura ve Hardy, 2000; Sugiura vd., 2001; Vielma vd., 2000). Ancak bu pozitif katkı, P'un kütle dengesi ile ilgili verilerde beklenen olumlu etkilere yansımamıştır. Kısaca, fitaz katkısının P tüketimini yükseltmesi, ancak balıkların deneme periyodu içinde vücutlarında biriktirdikleri fosfor miktarını önemli derecede değiştirmemesi, P tutumu yüzdelerinde çok önemli negatif etkiye neden olmuştur. Bu negatif etki, çevreye bırakılan toplam P deşarjının önemli derecede artması ile sonuçlanmıştır. Deşarj edilen P'un fraksiyonlarına bakıldığında, fitaz ilavesi partikül P deşarjını önemli derecede düşürürken, çözülmüş P deşarjını çok artırmıştır. Bu sonuçlar, ilave edilen fitazın çok iyi fonksiyon gösterdiğini kanıtlamaktadır. Ancak, yüksek çözülmüş P deşarjı yetiştiriciliğin çevresel etkisi bakımından istenmeyen bir durumdur.

Burada cevaplanması gereken soru; "neden fitaz katkısı P elverişliliğini artırırken, çevresel etki bakımından beklenin tersine sebep olmuştur?". Gökkuşluğu alabalığının P gereksinimi %0.7 olarak rapor edilmektedir (NRC, 2011). Bu araştırmada kullanılan rasyonların sindirilebilir P düzeyleri %0.86-1.31 arasında tespit edilmiş olup, rapor edilen gereksinim düzeyinden oldukça yüksektir. Balıklara gereksinim duydukları miktardan fazla verilen P, absorbe edilse bile vücutta tutulmadan idrar yoluyla boşaltılmaktadır (NRC, 2011;

Sugiura ve Hardy, 2000). Bu gerçek dikkate alındığında, fitaz ilavesinin partikül P kaybını azaltması, onun absorbe edilen miktarını yükselttiğini, özünmüş P düzeyini düşürmesi ise gereksinim düzeyini aşan P'nin idrar vasıtasıyla çevreye bırakıldığına işaret etmektedir. Soya protein konsantresi içeren bir (fosfor %1.56) yeme fitaz ilave edildiğinde (Storebakken vd., 1998), kg/ton balık birimi üzerinden partikül P kaybı 8.7'den 6.3'e düşmüş, özünmüş P kaybı ise 0.5'ten 1.9'a yükselmiştir. Bu nokta ilerdeki çalışmalar açısından da önemlidir. Zira, P düzeyini gereksinim düzeyleri üzerinde içeren yemlere fitaz ilave etmek, hem ekonomik hem de çevresel perspektiften yerinde olmayacaktır.

Sonuç olarak, soya küspesi + fındık küspesi karmasının artan düzeyleri büyüme performansını olumsuz etkilemiş, fitaz ilavesi bu olumsuzluğu ortadan kaldırmamıştır. Bitkisel protein düzeyleri ve fitaz ilavesi balıkların vücut indeksleri ile deneme sonu vücut besin madde düzeylerini etkilememiştir. Ayrıca, yemlerdeki bitkisel protein seviyeleri, besin madde sindirim katsayılarına etki etmemiş, ancak fitaz ilavesi kuru madde ve protein hariç diğerlerinin (lipit, enerji ve fosfor) sindirilebilirliklerini yükseltmiştir. Eklenen fitaz enzimi P dengesi üzerinde oldukça etkili olmuş ancak bu etki, bütün yemlerin sindirilebilir P düzeyleri gökkuşaağı alabalığının gereksinim düzeylerinden fazla olduğu için çevresel açıdan olumsuz olmuştur.

Gelecek çalışmalarda balık unu miktarı ve dolayısıyla P düzeyi daha düşük yemlerde fitaz ilavesinin etkilerinin incelenmesinde yarar vardır.

KAYNAKLAR

- Ackefors, H. Enell, M., 1990. Discharge of Nutrients From Swedish Fish Farming to Adjacent Sea Areas. *Ambio*, 19(1), 28-35.
- Akpınar, Z., Sevgili, H., Demir, A., Özgen, T., Emre, Y. ve Tufan Eroldoğan, O., 2012. Effects of Dietary Lipid Levels on Growth, Nutrient Utilization, and Nitrogen and Carbon Balances in shi Drum (*Umbrina Cirrosa* L.). *Aquaculture International*, 20(1), 131-143.
- Akyürek, H., Senköylü, N., Özdüven, M.L., 2005. Effect of Microbial Phytase on Growth Performance and Nutrients digestibility in Broilers. *Pakistan Journal of Nutrition*. 4(1), 22-26.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Arlington, VA, 1298 pp.
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Aşan, M., 2007. Mikrobiyal Fitazlar, Uygulama Alanları ve Biyoteknoloji. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(2), 147-155.
- Aşır, U., 2007. Kesikköprü Baraj Gölü'nde ağ kafeslerde Gökkuşluğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) pellet ve ekstrude yemle besiciliğinden kaynaklanan azot-fosfor yükünün tahmini. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora Tezi
- Atay, D., 1995. Su Ürünleri. A.Ü.Ziraat Fakültesi. Yayın No: 1427, 414s. Ankara.
- Atalayoğlu, G., Çakmak, M.N., 2010. Pullu Sazan (*Cyprinus carpio* L. 1843) Yemlerinde Fındık Küspesinin Kullanılma Olanaklarının Araştırılması. *Firat University Journal of Science*, 22(2), 71-78 .
- Aybal, N.Ö., 2007. Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) Yavrularının Yemlerinde Protein Kaynağı Olarak Kanola (*Brassica Spp.*) Küspesi Kullanma Olanakları. Doctoral dissertation, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ayhan, V., Diler I., Arabaci M., Sevgili H., 2008. Enzyme Supplementation to Soybean Based Diet İn Gilthead Sea Bream (*Sparus Aurata*): Effects on Growth Parameters and Nitrogen And Phosphorus Excretion. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14,161-168
- Barnes, M.E., Brown, M.L., Bruce, T., Sindelar, S., Neiger, R., 2014. Rainbow Trout Rearing Performance, Intestinal Morphology, and Immune Response after Long-term Feeding of High Levels of Fermented Soybean Meal. *North American Journal of Aquaculture*, 76,333-345.

- Baruah, K, Pal, AK, Sahu NP, Jain KK, Mukherjee SC, Debnath D 2005. Dietary Protein Level, Microbial Phytase, Citric Acid and Their Interactions on Bone Mineralization of *Labeo Rohita* (Hamilton) Juveniles. *Aquaculture Research*. 36, 803-812.
- Bilgin, Ö., Türker A., Tekinay, A.A., 2007. The use of hazelnut meal as a substitute for soybean meal in the diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 31,145-151
- Bilgüven, M., 2002. Yemler Bilgisi, Yem Teknolojisi ve Balık Besleme. Akademisyen Yayınevi. Yayın No: 1. pp. 446, Mersin.
- Bostock, J., 2011. Foresight Project on Global Food and Farming Futures, The Application of Science and Technology Development in Shaping Current and Future Aquaculture Production Systems, *Journal of Agricultural Science*, 149, 133-141
- Boyd, C.E. and Queiroz, J.F. 2001. Nitrogen, Phosphorus Loads Vary by System. *The Advocate*, pp: 84-86.
- Boyd, C.E., Zajicek, P.W., Hargreaves, J.A., Jensen, G.L., 2008. Development, Implementation, and Verification of Better Management Practices for Aquaculture. In: *Environmental Best Management Practices for Aquaculture* (C.S. Tucker & J.A. Hargreaves, eds). John Wiley & Sons, Iowa, p.129-150.
- Bulut, M., Tekinay, A.A., Güroy, D., Ergün, S., Bilen, S., 2009. Hazelnut Meal in Diets for Seawater Farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*): Effects on Growth Performance and Body Composition. *Italian Journal of Animal Science*, 8,625-632
- Bureau, D.P. Cho, C.Y. 1999. Phosphorus Utilization by Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*): Estimation of Dissolved Phosphorus Waste Output. *Aquaculture* ,179(1),127-140 .
- Büyükcapar, H., Kamalak, A., 2007. Partial Replacement of Fish and Soyabean Meal Protein in Mirror Carp (*Cyprinus Carpio*) Diets by Protein in Hazelnut Meal. *South African Journal of Animal Science*, 37,35-44.
- Cheng, Z.J., Hardy, R.W., Huige, N.J., 2004 a. Apparent Digestibility Coefficients of Nutrients in Brewer's and Rendered Animal By-Products for Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss* (Walbaum)). *Aquaculture Research*, 35(1), 1-9.
- Cheng, Z.J., Hardy, R.W., Verlhac, V., Gabaudan, J., 2004 b. Effects of Microbial Phytase Supplementation and Dosage on Apparent Digestibility Coefficients of Nutrients and Dry Matter in Soybean Product-Based Diets for Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 35,1-15 doi:10.1111/j.1749-7345.2004.tb01054.x

- Cho, C.Y., Bureau, D.P., 2001. A Review of Diet Formulation Strategies and Feeding Systems to Reduce Excretory and Feed Wastes in Aquaculture. *Aquaculture Research*, 32: 349-360.
- Çolak Orhan, Z., 2016. Merada Serbest Yetiştirilen Yumurta Tavuk Yemlerine Fitaz Enzimi İlave Edilmesinin Performans Ve Yumurta Kalitesine Etkisi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi:
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P., Verstraete, W., 2007. Nitrogen Removal Techniques in Aquaculture for A Sustainable Production. *Aquaculture*, 270: 1-14.
- Dağ Bayraktar, A., Akbulut, G., 2013. Diabetes Mellitus'un Tıbbi Beslenme Tedavisinde Fitik Asit: Faydalı Mı? Zararlı Mı? Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 2(1): 150-168.
- Dalsgaard, A.J.T., and Pedersen, P.B., 2011. Solid and Suspended/Dissolved Waste (N, P, O) from Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 313(1-4):92-99.
- Demir, O. 2011. Türkiye Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Yem Sektörüne Genel Bakış-II. SDÜ Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 7, (1), 39-49.
- Demir, O. 2014. Yem Sektörünün, Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Sorunların Çözümünde Yapabilecekleri, *Tarım Türk Dergisi* 49, , Mayıs- sayfa no 58-63.
- Diler, I., Sevgili, H., Arabacı, M., Emre, Y., 2012. Soya İçerikli Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yemlerine İlave Edilen Enzimlerin Büyüme Performansı, Sindirilebilirlik ve Azot-Fosfor İlişkin Çevresel Ekoloji Dergisi, 21(85), 89-97.
- Doğan, G., Bircan, R., 2010. Balık Yemlerinde Alternatif Bitkisel Protein Kaynağı Olarak Fındık Küspesi Kullanımı. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2,49 -57.
- Dogan, G., Bircan, R., 2015. The Effects of Diets Containing Hazelnut Meal Supplemented with Synthetic Lysine and Methionine on Development of Rainbow Trout, *Oncorhynchus Mykiss*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15,119-126.
- Dourado, F., Vasco, P., Barros, A., Mota, M., Coimbra, M.A., Gama, F.M., 2003. Characterisation of Chilean Hazelnut (*Gevuina avellana*) Tissues: Light Microscopy and Cell Wall Polysaccharides. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83,158-165.
- Emre, Y., Sevgili, H. ve Sanli, M., 2008a. Partial Replacement of Fishmeal with Hazelnut Meal in Diets for Juvenile Gilthead Sea bream (*Sparus aurata*). *The Israeli Journal of Aquaculture–Bamidgeh*, 60(3): 198-204.

- Emre, Y., Sevgili, H. ve Şanlı, M., 2008b. A Preliminary Study on The Utilization of Hazelnut Meal as A Substitute for Fish Meal in Diets Of European Sea Bass (*Dicentrarchus Labrax L.*). *Aquaculture Research*, 39(3): 324-328.
- Ergun, S., Yigit, M., Turker, A., Harmantepe, B., 2008. Incorporation of soybean meal and hazelnut meal in diets for Black Sea turbot (*Scophthalmus maeoticus*). *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh* 60(1), 2008, 27-36.
- Erkek, R., Ünlü, H.B., 2003. Fitaz Enziminin Etlik Piliçlerin Beslenmesinde Kullanımı. *Hayvansal Üretim*, 44(2), 10-19.
- FAO, 2006. State of World Aquaculture: 2006. FAO Fisheries Technical Paper, No. 500, Rome, FAO, 134p.
- FAO, 2014a. Bitki Dışı Su Ürünleri Üretimi. http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/work/FIGIS/prod/webapps/figis/temp/hqp_6051879968384402498.xml&outtype=html.
- FAO, 2014b. Dünyada Bitki Su Ürünleri Avcılığı Miktarı. http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/work/FIGIS/prod/webapps/figis/temp/hqp_5043845524255541367.xml&outtype=html.
- Foy, R. H. Rosell, R., 1991. Loadings of Nitrogen and Phosphorus from A Northern Ireland Fish Farm. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam. *Aquaculture*, 96, 17-30.
- Frankic, A., Hershner, C., 2003. Sustainable Aquaculture: Developing the Promise of Aquaculture. *Aquaculture International*, 11, 517-530.
- Furukawa, A., Tsukahara, H., 1966. On The Acid Digestion Method for The Determination of Chromic Oxide as an Index Substance in The Study of Digestibility of Fish Feed. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 32: 502-506.
- Gatlin D.M. et al., 2007. Expanding The Utilization of Sustainable Plant Products in Aquafeeds: A Review. *Aquaculture Research*, 38,551-579 doi:10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x
- Harlioğlu, A.G., 2011. Gökkuşığı Alabalığı Diyetlerinde Balık Unununun Bir Kısmı Yerine Soya Küspesi Ve Tam Yağlı Soya Kullanımının Fosfor Sindirimi Ve Balık Etindeki Fosfor Miktarına Etkileri. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 26(2), 47-61.
- Harland FB, Morris ER 1995. Phytin: A good or a bad food component. *Nutr. Res.* 15, 733-754.

- Henken, A.M., Lucas, H., Tijssen, P.A.T. Machiels, M.A.M., 1986. A Comparison Between Methods Used to Determine The Energy Content of Feed, Fish and Faeces Samples. *Aquaculture*, 58(3-4), 195-201.
- Hernandez, A., Satoh, S., Kiron, V., Watanabe, T. 2004. Phosphorus Retention Efficiency In Rainbow Trout Fed Diets With Low Fish Meal And Alternative Protein Ingredients. *Fisheries Science*, 70, 580-586.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y. Fırat, A., 2001. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I (Balık Besleme Fizyolojisi ve Biyokimyası), No, 50, 295 pp. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:50, 295 pp.
- Hurrell R.F., Juillerat M.-A., Reddy M.B., Lynch S.R., Dassenko S.A., Cook J.D., 1992. Soy Protein, Phytate, and Iron Absorption in Humans. *The American journal of clinical nutrition*, 56,573-578
- James, C.S., 1999. *Analytical Chemistry of Foods*, an Apsen Publication, Apsen Publishers, Inc. Maryland. 178.
- Jongbloed AW, Kemme PA, Mroz Z 1993. The Role of Microbial Phytases in Pig Production Enzymes in Animal Nutrition, *Proceeding of the 1st Symposium: 173-180*
- Kanyılmaz, M., 2012. Çipura (*Sparus aurata*) Yetiştiriciliğinde Zeolit (Klinoptilolit) Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi: 117.
- Karabulut Arıman, H., Sonay Delihasan, F., Kırtan, Y. ve Könez, H., 2017. Fındık Küspesinin Melek Balığı (*Pterophyllum scalare*) Yavrularının Büyüme Performansına ve Yaşama Oranına Etkisi... *Yunus Araştırma Bülteni*, 2017 (2), 115-124
- Karademir, G. ve Karademir, B., 2003. Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanılan Biyoteknolojik Ürünler. *Lalahan Hayvan Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 43(1), 61-74.
- Karakassıs, I., 2007. Effects of Aquaculture on Mediterranean Marine Ecosystems: Findings of Recent EU-Funded Projects and Ongoing Research Activities. *Impact of Mariculture on Coastal Ecosystems*, CIESM Workshop Monographs, 21-24 February, Lisboa, 35-38.
- Kornegay ET. 2001. Digestion of Phosphorus and other nutrients: The role of phytases and factors influencing their activity. *Enzymes in farm animal nutrition*. CAB International London
- Köksal A.İ., Artik N., Şimşek A., Güneş N., 2006. Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chemistry*, 99,509-515

- Kumar, V., Sinha A., Makkar H., De Boeck G., Becker K., 2012. Phytate and Phytase in Fish Nutrition. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96,335-364
- Lanari, D., D'agaro E., Turri C., 1998. Use Of Nonlinear Regression to Evaluate The Effects of Phytase Enzyme Treatment of Plant Protein Diets for Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*). *Aquaculture*, 161,345-356
- Li, M., Robinson, E., Hardy, R.W., 2000. Protein sources for feeds. In: Stickney R. (ed) *Encyclopedia of Aquaculture*. John Wiley and Sons Inc., New York, pp 688-695
- Liu, F.G., Yang, S.D., Chen, H.C., 2009. Effect of Temperature, Stocking Density and Fsh Size on The Ammonia Excretion in Palmetto Bass (*Morone saxatilis* x *M. chrysops*). *Aquaculture Research*, 40, 450-455.
- Maenz DD.2001 Enzymatic characteristics of phytases as they relate to their use in animal feeds. In: Bedford MR, Partridge GG, editors. *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. CAB International; Wallingford, UK: 2001. pp. 61-83.
- Metailler, R., 1987. Experiments in Nutrition, in: Bruno, A. (Ed.), *Nutrition and Marine Aquaculture*, Tunise, Lisbon, pp, 304-320.
- Midlen, A., Redding, T. A., 1998. *Environmental Menegment for Aquaculture*. Kluwer Academic Publishers. London, 215 p.
- Midilli, M., Muğlalı, H., Alp, M., Kocabağlı, N., Tanör, M.A., Toklu, G.S., 2003. Yeme Katılan Fitaz Enziminin Broylarlerde Besi Performansı ve Mineral Dengesi Üzerine Etkisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 27(3), 751-759.
- Montella R. et al., 2013. Identification and characterisation of water and alkali soluble oligosaccharides from hazelnut skin (*Corylus avellana* L.). *Food chemistry*, 140,717-725
- NRC, 2011. *Nutrient requirement of fish and shrimp*. National Academic Press, Washington, DC
- Nwanna, L.C., Satoh S., Tashiro Y., 2017. Effect of Defatted and Dephytinized Soy Proteins Fortified with Phytase on The Growth, Nutrient Digestibility And Phosphorus Load Of Rainbow Trout. *African Journal of Fisheries and Aquatic Resources Management*, 1, 67-77
- Onyango, E.M., Redford, M.R., Adeola O.,2005 Efficacy of An Evolved Escherichia Coli Phytase in Diets of Broiler Chicks *Poultry Science*, Volume 84, Issue 2, 1 February 2005, Pages 248-255,
- Oatway, L., Vasanthan, T., Helm, J.H., 2001. Phytic Acid. *Food Reviews International*, 17(4), 419-431.

- Pointillart A 1991. Enhancement of Phosphorus Utilization in Growing Pigs Fed Phytate-Rich Diets by Using Rye Bran. *Journal of Animal Science*, 69, 1109-1115.
- Ravindran, V, Selle PH, Ravindran, G, Morel, PCH, Kies, AK, Bryden, WL. 2001. Microbial Phytase Improves Performance, Apparent Metabolizable Energy, And Ileal Amino Acid Digestibility Of Broilers Fed A Lysine-Deficient Diet. *Poult Sci*. 2001 Mar;80(3), 338-44.
- Refstie, S., Korsøen Ø.J., Storebakken, T., Baeverfjord, G., Lein I., Roem, A.J., 2000. Differing Nutritional Responses to Dietary Soybean Meal in Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) And Atlantic Salmon (*Salmo Salar*). *Aquaculture*, 190,49-63
- Riche, M., Trottier, N., Ku, P., Garling, D., 2001. Apparent Digestibility of Crude Protein and Apparent Availability of Individual Amino Acids in Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) Fed Phytase Pretreated Soybean Meal Diets. *Fish Physiology and Biochemistry*, 25,181
- Ruohonen, K., Vielma, J., Grove, D.J., 1999. Low Protein Supplement Increase Protein Retention and Reduce the Amount of Nitrogen and Phosphorus Wasted by Rain Bow Trout Fed on Low Fat Herring. *Aquaculture Nutrition*, 5, 83-91.
- Sabaut, J.J. 2007. Feeding Farmed Fish. 1-9. <http://www.feap.info/production/feeds/sabatcipaen.asp>, 13/3/2007
- Schäfer, A., Koppe, W.M., Meyer-Burgdorff, K.H. Günther, K.D., 1995. Effects of a Microbial Phytase on The Utilization of Native Phosphorus by Carp in A Diet Based on Soybean Meal. *Water Science and Technology*, 31(10), 149-155.
- Selle PH, Ravindran V 2007. Microbial Phytase in Poultry Nutrition. *Animal Feed Science and Technology*. 135, 1-41.
- Sevgili, H., Emre, Y., Dal, İ., 2009a. Growth, Nutrient Utilization, and Digestibility of Mirror Carp (*Cyprinus carpio*) Fed Diets Containing Graded Levels of Hazelnut Meal in Place of Fishmeal. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, IIC:63.2011.557, 63: 557-.
- Sevgili, H., Emre, Y., Kanyilmaz, M., Uysal, R., 2009b. Effects of Replacement of Fishmeal with Hazelnut Meal on Growth Performance, Body Composition, and Nutrient Digestibility Coefficients in Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, 61(2), 103-113.
- Sevgili H., Emre Y., Dal İ., 2011. Growth, Nutrient Utilization, and Digestibility of Mirror Carp (*Cyprinus Carpio*) Fed Diets Containing Graded Levels of

Hazelnut Meal in Place of Fishmeal. The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, 63,557-567

- Şenköylü, N., 2002. Fitaz Enzimi ve Protein Küspelerine Yönelik Enzimler. 6. Uluslararası Yem Kongresi ve Yem Sergisi 22-23 Nisan Belek/Antalya, 141-151.
- Storebakken, T., Shearer, K.D., Roem, A.J., 2000. Growth, Uptake and Retention of Nitrogen and Phosphorus, and Absorbition of Other Minerals in Atlantic Salmon *Salmo Salar* Fed Diets With Fish Meal and Soy-Protein Concentrate as Main Source of Protein. Aquaculture Nutrition, 6, 103-108.
- Storebakken, T., Shearer, K., Roem, A., 1998. Availability of Protein, Phosphorus and Other Elements in Fish Meal, Soy-Protein Concentrate and Phytase-Treated Soy-Protein-Concentrate-Based Diets To Atlantic Salmon, *Salmo Salar*. Aquaculture, 161,365-379
- Subasinghe, R., Soto, D., Jia, J., 2009. Global Aquaculture and Its Role in Sustainable Development. Reviews in Aquaculture, 1, 2-9.
- Sugiura, S., 2000. Environmentally Friendly Feeds. In: Stickney R. (ed) Encyclopedia of aquaculture. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA., pp 299-310
- Sugiura, S., Gabaudan, J., Dong, F., Hardy R., 2001. Dietary Microbial Phytase Supplementation and The Utilization of Phosphorus, Trace Minerals and Protein by Rainbow Trout [*Oncorhynchus Mykiss* (Walbaum)] Fed Soybean Meal-Based Diets. Aquaculture Research, 32, 583-592
- Sugiura, S. H., Dong, F. M. Hardy, R. W., 2000. A New Approach to Estimating the Minimum Dietary Requirement of Phosphorus for Large Rainbow Trout Based on Nonfecal Excretions of Phosphorus and Nitrogen The Journal of Nutrition, Volume 130, Issue 4, 1 April 2000, Pages 865-872
- Taş, N.G., Gökmen, V., 2018. Profiling of the Contents of Amino Acids, Water-Soluble Vitamins, Minerals, Sugars and Organic Acids in Turkish Hazelnut Varieties. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 68, 223-234
- Tacon, A.G.J., Forster, I.P., 2003. Aquafeeds and The Environment: Policy Implications. Aquaculture, 226, 181-189.
- Thompson, LU., Button. CL., Jenkins, DJA., 1987. Phytic Acid and Calcium Affect the in Vitro Rate of Navy Bean Starch Digestion and Blood Glucose Response in Humans. Am. J. Clin. Nutr. 46, 467-473.
- Thompson, LU., 1986. Phytic acid: A Factor Influencing Starch Digestibility and Blood Glucose Response. In Phytic Acid: Chemistry and Applications. E. Graf, ed. Pilatus Press, Minneapolis, p.173-194.

- Tucker, C.S., Hargreaves, J.A., Boyd, C.E., 2008. Better Management Practices for Freshwater Pond Aquaculture. in: Environmental Best Management Practices for Aquaculture (C.S. Tucker & J.A. Hargreaves, eds). John Wiley & Sons, Iowa, p.151-226.
- Uysal, N., Bekcam, S., 2006. Tilapya Balığı (*Oreochromis Niloticus* L.) Yavrularının Balık Unu Yerine Farklı Oranlarda Soya Unu İlave Edilen Yemlerle Beslenmesinin Büyüme arametrelerine Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi- Journal of Agricultural Sciences, 12(1), 93-100.
- Vaintraub, I.A., Lapteva, N.A., 1988. Colorimetric Determination of Phytate in Unpurified Extracts of Seeds and The Products of Their Processing. Analytical biochemistry, 175(1), 227-230.
- Vielma, J., Lall S., Koskela J., Mattila P., 1998 Effects of Dietary Phytase and Cholecalciferol on Phosphorus Bioavailability in Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*). Aquaculture 163(3):309-323 · April 1998 DOI: 10.1016/S0044-8486(98)00240-3
- Vielma, J., Makinen, T., Ekholm, P., Koskela, J., 2000. Influence of Dietary Sot And Phytase Lavals on Performance and Body Composition of Large Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) and Algal Availability of Phosphorus Load. Aquaculture 183, 349-362.
- Vielma, J., Ruohonen, K., Peisker, M., 2002. Dephytinization of Two Soy Proteins Increases Phosphorus and Protein Utilization by Rainbow Trout, *Oncorhynchus Mykiss*. Aquaculture 204, 145-156.
- Yeltekin, A.Ç., 2012. Alabalıklarda (*Oncorhynchus mykiss*) Yağ Asiti ve Önemi Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(2), 118-123
- Yeşilayer, N., Kaymak, İ.E., Görem, H.M., Karslı, Z., 2013. Balık Yemlerinde Balık Ununa Alternatif Bitkisel Protein Kaynaklarının Kullanım Olanakları. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 4, 12-30.
- Yiğit, N.Ö., Koca, S.B., 2011. Balık Yemlerinde Enzim Kullanımı. Journal of FisheriesSciences. com, 5(3), 205-212.
- Yıldırım Korkut, A., Yıldırım, Ö., 2003. Türkiye’de Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Yetiştiricilikte Alternatif Yem Kaynakları. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 20(1-2), 247-255.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Adil YILAYAZ
Doğum Yeri ve Yılı : Elazığ, 1970
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : yilayaz@yahoo.com

Taranmış
Fotoğraf
(3.5cm x 3cm)

Eğitim Durumu

Lise : Elazığ Teknik Lisesi, 1988
Lisans : Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 1994

Mesleki Deneyim

Milli Eğitim Bakanlığı, Öğretmen 1997-2001
Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretim ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü, ANTALYA 2001- Halen