



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) LARVALARININ
PROTEAZ AKTİVİTELERİ ÜZERİNE FARKLI YEM
HAMMADDELERİNİN İNHİBİSYON ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Zahid Enes ARSLAN

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANSTEZİ

**HATAY
MART-2015**



T.C.

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) LARVALARININ
PROTEAZ AKTİVİTELERİ ÜZERİNE FARKLI YEM
HAMMADDELERİNİN İNHİBİSYON ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Zahid Enes ARSLAN

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANSTEZİ

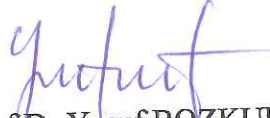
**HATAY
MART-2015**

T.C.
MUSTAFAKEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) LARVALARININ
PROTEAZ AKTİVİTELERİ ÜZERİNE FARKLI YEM HAMMADDELERİNİN
İNHİBİSYON ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

ZAHİD ENES ARSLAN
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANSTEZİ

Prof. Dr. Yusuf BOZKURT danışmanlığında hazırlanan bu tez 24/03/2015 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Yusuf BOZKURT
Başkan


Yrd. Doç. Dr. Mehmet NAZ
Üye


Yrd. Doç. Dr. Aziz GÜL
Üye

Kod No: 812

Doç. Dr. Okan ŞENER
Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 8740

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Zahid Enes ARSLAN

ÖZET

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) LARVALARININ PROTEAZ AKTİVİTELERİ ÜZERİNE FARKLI YEM HAMMADDELERİNİN İNHİBİSYON ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada, hayvansal yem hammadde kaynaklarından balık unu, balık protein hidrolizatı ile bitkisel yem hammadde kaynaklarından soya unu, ayçiçek tohumu küspesinin ve buğday glüteninin gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine inhibisyon etkileri araştırıldı.

Çalışmada, gökkuşığı alabalığı larvalarında en düşük proteaz aktivitesi, yumurtadan çıkışı takiben 5. günde $13,93 \pm 2,45$ U/mg protein olarak belirlenirken, en yüksek proteaz aktivitesi ise $307,83 \pm 2,14$ U/mg protein olarak yumurtadan çıkışı takiben 35. günde belirlendi. Proteaz aktivite değerlerinde 5. günden 35. güne kadar artış tespit edilirken, 35. günden 50. güne kadar ise bu değerlerin azaldığı belirlendi. Proteaz aktivite değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edildi ($p < 0,05$).

Hayvansal yem hammadde kaynaklarından balık unu için en düşük ve en yüksek proteaz inhibisyon yüzdeleri sırasıyla % $13,93 \pm 2,45$ (5. gün) ve % $67,33 \pm 3,82$ (15. gün) olarak belirlenirken, balık protein hidrolizatı için ise proteaz inhibisyon yüzdeleri en düşük % $18,69 \pm 6,95$ olarak 40.gün, en yüksek % $61,53 \pm 6,29$ olarak 10. gün tespit edildi.

Proteaz inhibisyon yüzdeleri, bitkisel yem hammadde kaynaklarından soya unu için en düşük % $51,36 \pm 14,79$ (5. gün) ve en yüksek % $91,49 \pm 2,93$ (15. gün) olarak, ayçiçeği tohumu küspesi için en düşük % $24,37 \pm 3,93$ (35. gün) ve en yüksek % $85,68 \pm 2,36$ (15.gün) olarak, buğday gluteni için en düşük % $45,62 \pm 1,19$ (50. gün) ve en yüksek % $88,36 \pm 2,49$ (15. gün) olarak belirlendi.

2015, 35 sayfa

Anahtar Kelimeler: Gökkuşığı alabalığı, larva, proteaz aktivitesi, yem hammadesi, İnhibisyon

ABSTRACT

DETERMINATION OF INHIBITION EFFECT OF DIFFERENT FEED RAW MATERIALS ON PROTEASE ACTIVITY OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) LARVAES

In this research, inhibition effect of different animal (fish meal and fish protein hydrolysate) and plant (soybean meal, sunflower seed pulp and wheat gluten) raw material sources on protease activity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae were investigated.

In rainbow trout larvae, while the lowest protease activity (11.45 ± 0.99 U/mg protein) was determined at 5th day, the highest protease activity (307.83 ± 2.14 U/mg protein) was determined at 35th day following hatching. Protease activity value showed an increase between 5th and 35th days but an decrease was determined at this value following 35th day until 50th day. Statistically significant differences were determined among the protease activity values ($p < 0.05$).

The lowest and highest protease inhibition percentages were determined respectively as 14.93 ± 2.45 % (5th day) and 67.33 ± 3.82 % (15th day) for the fish meal while the same percentage values were determined respectively as 18.69 ± 6.95 % (40th day) and 61.53 ± 6.29 % (10th day) for the fish protein hydrolysate.

The lowest and highest protease inhibition percentages were determined respectively as 51.36 ± 14.79 % (5th day) and 91.49 ± 2.93 % (15th day) for the soybean meal, 24.37 ± 3.93 % (35th day) and 85.68 ± 2.36 % (15th day) for the sunflower seed pulp and 45.62 ± 1.19 % (50th day) and 88.36 ± 2.49 % (15th day) for the wheat gluten.

2015, 35 pages

Keywords: Rainbow trout, larvae, protease activity, feed raw material, inhibition

TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesinde, yürütülmesinde, sonuçlandırılmasında ve sonuçlarının değerlendirilmesinde maddi ve manevi destek ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam sayın Prof. Dr. Yusuf BOZKURT'a teşekkür ederim.

Yapılan analizlerde her türlü yardımı yapan, zaman harcayan, emek veren, tecrübesini paylaşan hocam Yrd.Doç.Dr. Mehmet NAZ'a teşekkür ederim.

Çalışma için gerek örneklerin alınmasında ve taşınmasında gerekse her türlü mazeretimde hoşgörüsünü esirgemeyen ve hem maddi hem manevi destek veren değerli direktörüm Sayın Taner ŞEKER'e teşekkür ederim.

Tez çalışması boyunca bana verdiği manevi destek, göstermiş olduğu sabır ve anlayıştan dolayı değerli eşim Tuba ARSLANA'a ve her akşam afacanlıkları ve yaramazlıkları ile yüzümüzü güldüren, sıkıntımızı alan kızım Eslem ARSLAN'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Gökkuşığı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum, 1792)'nın Genel Özellikleri.....	3
2.2. Sistematikteki Yeri ve Dağılımı.....	3
2.3. Morfolojik Özellikleri.....	4
2.4. Biyolojik Özellikleri.....	4
2.5. Alabalıklarda Larval Dönem.....	4
2.6. Balıklarda Beslenme.....	4
2.7. Balıklarda Sindirim Sistemi.....	5
2.8. Balıklarda Sindirim Sistemi Gelişimi.....	6
2.9. Balık Unu.....	7
2.10. Balık Hidralizatı.....	8
2.11. Soya Unu.....	9
2.12. Ayçiçeği Tohumu Küspesi.....	9
2.13. Buğday Gluteni.....	10
2.14. Gökkuşığı Alabalığı Yavruları ile Yürütülen Besleme Çalışmaları.....	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Larvaların Örneklenesi ve Muhafazası.....	15

3.2. Yöntem.....	16
3.2.1. Analiz İşlemleri.....	16
3.2.2. Protein Solüsyonlarının Hazırlanması.....	16
3.2.3.Larva Proteaz Ekstraktlarının Hazırlanması.....	16
3.2.4.Larval Ekstraktlarının Proteaz Aktivitelerinin Belirlenmesi.....	17
3.2.5.Bitkisel ve Hayvansal Yem Hammaddelerinin Alabalık Larvalarının Proteaz Aktiviteleri Üzerine İnhibisyon Etkilerinin Belirlenmesi.....	17
3.2.6.İstatistikAnalizler.....	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	18
4.1. Yem Hammadde Kaynakları.....	19
4.1.1. Hayvansal Kaynaklar.....	19
4.1.1.1. Balık Unu.....	19
4.1.1.2. Balık Hidrolizatı.....	20
4.1.2. Bitkisel Kaynaklar.....	21
4.1.2.1. Soya Unu.....	21
4.1.2.2. Ayçiçeği Tohumu Küspesi.....	23
4.1.2.3. Buğday Gluteni.....	25
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	27
KAYNAKLAR.....	29
ÖZGEÇMİŞ.....	35

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.	Bafa Su Ürünleri Yavru Üretim Merkezi San. Ve Tic. A.Ş.	15
Şekil 2.	Bafa Su Ürünleri Yavru Üretim Merkezi San. Ve Tic. A.Ş. larva ünitesi.	19
Şekil 3.	Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine balık ununun inhibisyon etkileri	19
Şekil 4.	Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine balık hidrolizatının etkileri.....	20
Şekil 5.	Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine soya ununun etkileri....	22
Şekil 6.	Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine ayçiçeği tohumu küspesinin etkileri.....	24
Şekil 7.	Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine buğday gluteninin etkileri.....	25

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.	Gökkuşığı alabalığının sistematigi.....	3
Çizelge 2.	Alabalık lavralarının keseli dönem (5. ve 10. gün) ve keseli dönem sonrası 50. güne kadar olan proteaz aktivitelerinde gözlenen değişimler (Ortalama $\pm$ Standart Hata).....	18
Çizelge 3.	Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine balık ununun inhibisyon etkileri	20
Çizelge 4.	Alabalık lavralarının proteaz aktiviteleri üzerine balık hidralizatının etkileri	21
Çizelge 5.	Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine soya ununun etkileri.	23
Çizelge 6.	Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine ayçiçeği tohumu küspesinin etkileri	24
Çizelge 7.	Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine buğday gluteninin etkileri	26

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

HCL	:Hidroklorik Asit
°C	:Santigrad
%	:Yüzde
U/mg	:Ünit/miligram

KISALTMALAR

PDO	:Protein Değerlendirme Oranı
SFK	:Soya Fasülyesi Küspesi
MGU	:Mısır Gluteni Unu
YDO	:Yem Değerlendirme Oranı
BO	:Büyüme Oranı
EPA	:Eikosa Pentaenoik Asit
DHA	:Dokosa Heksaenoik Asit

1. GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği, dünyanın en hızlı büyüyen gıda üretim sektörlerinden birisidir. Dünya nüfusunun giderek artmasıyla ortaya çıkan gıda yetersizliği ve insanların ekonomik, kültürel ve sosyal yaşam düzeylerinin yükselmesiyle birlikte daha kaliteli beslenme bilincinin orta çıkması, akuakültür üretim kapasitesinin gelişmesine neden olmuştur. Ayrıca sanayinin gelişimiyle birlikte su kaynaklarının giderek kirlenmesi ve buna bağlı olarak doğal ortamdaki balık stoklarının azalması da akuakültür üretim ihtiyacını ortaya çıkarmıştır (Ayadi ve ark., 2012).

Dünyada akuakültür üretimindeki artış, beraberinde yem tüketiminde de artışa neden olmaktadır. Benzer şekilde ülkemizde de akuakültür üretimine paralel olarak balık yemi üretimi de artış göstermiş olup, 2010 yılında toplam 184810 ton/yıl balık yemi üretilmiştir.

Bilineceği üzere balık yemlerinde protein kaynağı olarak balık unu kullanılmaktadır. Balık unu; yüksek oranda protein içermesi, balıklar için mükemmel bir aminoasit profiline sahip olması, yüksek oranda sindirilebilmesi ve lezzetli olması nedeniyle karnivor balık türlerinin yemleri için en uygun hammaddedir (Gatlin ve ark., 2007; Larsen ve ark., 2012).

Diğer taraftan artan talep ve çiftlik hayvanlarının yemlerinde kullanılmasından doğan rekabet ile dünya balık unu üretimindeki açık ikiye katlanmakta ve fiyatları daha da artmaktadır. Uzun vadede gelişmekte olan ülkelerin balık yemlerinde balık ununa bağlı kalamayacağı açıktır. Bu nedenle balık yemlerinde ununun kısmen veya tamamen değiştirilmesi için çeşitli girişimlerde bulunmaktadır (El Sayed, 1999).

Balık unu yapımında kullanılan küçük pelajik balıklar avcılık yolu ile elde edilmekte ve bu türlerin stokları giderek azalmaktadır. Bunun en somut örneği Peru hamsisi stoklarında yaşanmış ve dünya piyasalarında balık unu fiyatları olumsuz yönde etkilenmiştir. Dolayısıyla karnivor ve yüksek fiyatlı balık üretiminde balık ununa alternatif olabilecek daha ucuz ve kolay elde edilebilen bitkisel protein yem hammaddelerine yönelimi kaçınılmazdır.

Balıklarda, ticari yetiştiricilikte kullanılan büyütme yemleri % 25-45 ham protein içermektedir. Balık yemlerinde kullanılan bitkisel protein kaynaklarının başında soya

küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, pamuk tohumu küspesi, kolza küspesi, buğday ve mısır gluten unu gelmektedir.

Literatürler incelendiğinde balık ununa alternatif olarak rasyonlarda kullanılabilecek hayvansal yem hammaddelerine yönelik çalışmalar mevcut olmasına rağmen, bitkisel hammaddelerin yem rasyonlarında kullanımına ilişkin çalışmalar son derece kısıtlıdır. Bitkisel ve hayvansal yem hammaddelerin rasyonlarda kullanılmadan önce *in vitro* olarak değerlendirilmesinin, balıkların yemlerden daha iyi yararlanabilmesine katkı sağladığı bilinmektedir.

Pek çok araştırmacı yem hammaddelerinin sindirilebilirliğinin ve dolayısıyla rasyonda hangi oranda yeralması gerektiğini belirleyebilmek için larvaların enzimatik kapasitelerinin test edilmesi gerektiğini bildirmektedir (Munilla-Moran ve ark., 1990; Kolkovski ve ark.,1993; Kolkovski ve ark.,1997).Bu konuda yapılan çalışmalar genellikle çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) başta olmak üzere deniz balığı larvaları üzerinde yoğunlaştığı dikkati çekmektedir.

Rasyonlarda yem hammaddelerinin kullanılabilme potansiyellerinin belirlenmesinde proteaz inhibisyonlarının belirlenmesinin etkili olacağı düşünülmektedir. Böylelikle bitkisel ve hayvansal yem hammaddeleri kullanılarak su ürünleri sektöründe yetiştiriciliğe imkan verecek şekilde rasyonların tasarlanması mümkün olabilecektir.

Bu çalışma, hayvansal yem hammadde kaynaklarından balık protein hidrolizatı ile bitkisel yem hammadde kaynaklarından buğday gluteni, soya unu ve ayçiçek tohumu küspesinin ticari alabalık rasyonlarında balık unu ile ikame edilebilirliğini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'nın Genel Özellikleri

Gökkuşığı alabalığı ismini derisindeki yanıl çizgi boyunca uzanan gökkuşığı renginden almakta olup dünyada en fazla kültürü yapılan balık türlerinden birisidir. Doğal yaşam alanları Amerika'nın Pasifik okyanusu kıyılarıdır. 19. yüzyıl sonlarında Avrupa ve Japonya götürülen bu tür, günümüzde dünyanın hemen her yerinde yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Gökkuşığı alabalıkları soğuk, berrak, bol oksijenli akarsu, kaynak suları ve göllerde yaşayan, içsu balıkları içerisinde en lezzetli ve sevilen balıklardır. Gökkuşığı alabalıkları ortam koşullarına kolay adaptasyonu, yem değerlendirme kabiliyetinin fazla oluşu, yapay yöntemlerle yumurta alımının kolaylığı, kuluçka süresinin kısa oluşu ve hastalıklara karşı dayanıklılığı gibi özelliklerinden dolayı yetiştiricilikte tercih edilmektedir.

2.2. Sistematikteki Yeri ve Dağılımı

Gökkuşığı alabalığının sistematigi Çizelge 1.'de verilmektedir (Çelikkale, 1994).

Çizelge 1. Gökkuşığı alabalığının sistematigi.

Alem	Animale
Alt Alem	Metazoa
Bölüm	Eumetazoa
Şube	Chordata
Alt Şube	Vertebrata
Sınıf	Osteichthyes
Alt Sınıf	Actinoptergii
Takım	Salmoniformes
Alt Takım	Salmonidae
Familiya	Salmonidae
Cins	Oncorhynchus
Tür	Oncorhynchus mykiss

2.3. Morfolojik Özellikleri

Gökkuşığı alabalıklarında vücut uzamış olup, sırt yüzgeci 10-12 adet, anal yüzgeci ise 8-12 adet yumuşak ışına sahiptir. Pulları sikloit yapıda ve küçüktür. Yan çizgi 100-150 adet pulla kaplıdır. Kafanın üst kısmı ve arkası çelik mavisi, vücudu ise gümüşü, beyaz veya grimsi renkte olabilmektedir. Vücut kenarlarında pembe, mavimtrak veya geniş açık bir pembe bant ile çok sayıda küçük lekeler mevcuttur. Üreme döneminde belirginleşen ve gövde boyunca uzanan kırmızımsı renk başta olmak üzere türe adını veren gökkuşığı renginde renkli bir bant taşımaktadır (Balık, 1988).

2.4. Biyolojik Özellikleri

Gökkuşığı alabalığı diğer alabalık türlerine göre daha dayanıklı bir tür olup farklı çevre şartlarına toleransı oldukça yüksektir. Bu yüzden tatlı su ve deniz arasında geçiş yapabilmekte, nehir ve göl habitatlarında yaşayabilmektedir. Gökkuşığı alabalıkları 1-26°C arasındaki su sıcaklıklarında yaşamlarını sürdürebilsede kültüre alınabilmesi için optimum su sıcaklığı 15-16°C'dir (Piper ve ark., 1982). Cinsi olgunluğa 2.-3. yaşta ulaştığı bildirilse de ülkemiz koşullarında gökkuşığı alabalığı erkekleri 1, dişileri ise 2 yaşında gamet üretmeye başlamaktadır. Karnivor beslenme alışkanlığına sahip olan gökkuşığı alabalıkları optimum koşullarda 8-10 ayda 250 g ağırlığa ulaşabilmektedir.

2.5. Alabalıklarda Larval Dönem

Yumurtada yeni açılmış alabalık larvası, olgun balıktan çok farklıdır. Balığın en önemli organları olan ağız, sindirim organları, anüs, solungaçlar ve hava kesesi gibi organlar yeni açılmış larvalarda oluşmamıştır. Büyüme ve gelişme için gerekli besin yumurta kesesinde bulunan yumurta sarısından sağlanır. Yumurta sarısı kesesinin büyüklüğü ve besin miktarı balıktan balığa değişim gösterir. Larva ne kadar büyük yumurta sarısı kesesine sahipse dış gıdaya gerek duymadan o kadar uzun süre yaşayabilmektedir. Ağız ve sindirim organları, yumurta sarısının azalmasına göre değişim göstermektedir. Larval dönemin tamamlanıp dış yem alma zamanı, yumurta sarısı büyüklüğüne bağlı olarak değişim göstermektedir (Atay, 1987).

2.6. Balıklarda Beslenme

Bütün canlılarda olduğu gibi, balıkların da yaşamlarını sürdürebilmeleri için yeteri miktarda besin maddesine ihtiyaçları bulunmaktadır. Bu ihtiyaç duyulan besin maddeleri sindirildiğinde vücudun çeşitli fonksiyonları yerine getirilmiş olmaktadır.

Balıklarda beslenme sucul ortamlarda gelişen çeşitli bitkisel ve hayvansal gıdalarla sağlanmaktadır. Fakat her türün gıda olarak kullandığı besin maddeleri yaşadıkları yere göre değişim göstermektedir.

Balıklarda besine olan gereksinme genellikle yumurtadan çıktıktan kısa bir süre sonra başlamaktadır. Yumurtadan çıkıştan besin aramaya başlama uğraşısına kadar geçen süre balık türlerine göre farklılık gösterebilmektedir. Bu periyodun kısa veya uzun oluşu özellikle yumurtadan çıkan yavruların karınları altında bulunan vitellüs kesesinin büyüklüğüne bağlıdır.

Vitellüs keselerini tamamen absorbe etmiş balık yavruları, genellikle sığ yerlerde veya su yüzeyine yakın kesimlerde toplanarak gruplar halinde dolaşırlar ve kendileri için gerekli planktonik organizmaları toplarlar. Balık yavruları ilk beslenme periyotlarını bu şekilde, genellikle yüzeye yakın yerlerde planktonik organizmalarla beslendikten sonra beslenme rejimleri değişmektedir (Geldiay ve Balık, 1999).

Diğer hayvanlar gibi balıklarında dengeli beslenebilmesi için, besinlerin temel bileşeni olan protein, karbonhidratlar, yağlar, mineraller, vitaminler ve suya ihtiyaç duymaktadır.

Balıklar, proteinleri doğada çoğu kez enerji kaynağı olarak kullanırlarsa da, proteinlerin maliyetinin yüksek olması nedeniyle, kültür balıkçılığında enerji kaynağı olarak yağlar, özellikle de maliyeti nispeten ucuz olan karbonhidratlar kullanılarak, proteinlerin yalnızca büyüme için kullanılması öngörülür.

2.7. Balıklarda Sindirim Sistemi

Sindirim, yemdeki besin elementlerinin bağırsak duvarından kana geçebilmesi için moleküllerine ayrılarak emilime hazırlanması işlemidir. Bu işlem sırasında, proteinler aminoasitlere, karbohidratlar şekere, yağlar da yağ asitlerine ve gliserole ayrışmaktadır. Vücutta sindirilmeyen maddeler absorbe edilemez ve dışkı olarak atılır.

Balıkların sindirim sistemleri genel olarak ağızdan başlayıp anüste biten bir yapıdadır ve bu yapı yaşadıkları ortama ve beslenme türlerine göre değişkenlik göstermektedir. Sindirim kanalının çeşitli kısımlarında (mide, bağırsak, plorik seka) mukus bezlerinin yanı sıra, bir takım sindirim enzimleri ve asit salgılayan bezler de bulunmaktadır. Ayrıca pankreas ve karaciğer de sindirimde önemli rolleri olan salgılar salgırlar (Demir, 1992).

Proteinleri sindiren enzim (proteaz)'lerin başlıcaları pepsin ve tripsindir. Mideden pepsinle birlikte mide içeriğinin pH'sını, pepsinin en iyi biçimde etki edebilmesi için uygun olan 1.5-4 arasında tutan HCl'de salgılanmaktadır. Tripsin ise pankreas'tan salgılanmaktadır. Ayrıca, plorik seka, bağırsak mukozası ve pankreas tarafından salgılanan çeşitli proteazlarda bulunmaktadır (Demir, 1992).

Karbohidratları sindiren enzim (karbohidraz)'ler olan amilaz, sükras, laktaz ve maltaz ile yağları sindiren enzim olan lipaz başlıca pankreas tarafından salgılanır. Yağların sindiriminde karaciğer tarafından salgılanan safranin da rolü bulunmaktadır (Demir, 1992).

2.8. Balıklarda Sindirim Sistemi Gelişimi

Balık larvalarındaki sindirim kanalı, yetişkin balıkların sindirim kanallarına göre çok daha basit yapıdadır. Larval dönemde çoğunlukla hücre içi enzimatik sindirim vardır. Bazı istisnaların dışında larvalarda salgı açısından fonksiyonel bir mide bulunmamaktadır.

Yavru dönemde ise hücre dışı enzimatik sindirime geçiş vardır. Bu dönemin sonunda hızla erişkin yapıya doğru bir değişim başlar ve fonksiyonel mide, pankreas ve karaciğer oluşur. Yavru balıkların sindirim sistemleri henüz tam gelişmediği ve enzim-asit salgıları olmadığı için yavru yemlerinde sindirilebilirliği çok yüksek olan kaliteli protein kaynakları kullanılmalıdır.

Balıkların sindirim sistemleri aldıkları besinlerle yakından ilgilidir. Hayvansal ve bitkisel besinlerle beslenmelerine göre balık türleri arasında yapısal farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Sindirim işlemi, ağızda başlayan ve bağırsaklarda devam eden bir işlemdir.

Bu işlem esnasında alınan materyaller; protein, şeker ve yağlar sırasıyla aminoasitler, basit şekerler ve yağ asitleri gibi daha küçük moleküllere hidrolize olmaktadır.

Balıkların bir yemi sindirebilme yeteneği, uygun sindirim enzimlerinin mevcudiyetine bağlıdır. Spesifik enzim aktivitelerinin ölçümleri sindirim sistemlerinin kapasiteleri ve yem bileşenlerinin, türlerin gelişim dönemleri esnasında kullanılabilme potansiyelleri hakkında bilgi vermektedir (Buddington ve ark., 1997).

Sindirim sisteminde yer almakta olan enzimlerin aktivitesinin, balığın beslenme alışkanlığından etkilendiği bildirilmektedir (Lundstedt ve ark., 2002). Bu bağlamda, herbivor balıkların karnivor balıklardan daha uzun bir sindirim sistemine sahip olduğu ve polisakkarit içeren yem hammaddelerini sindirme yeteneklerinin daha iyi olduğu belirtilmektedir. Diğer taraftan, daha kısa bir sindirim sistemine sahip olan karnivor balıkların ise proteinleri daha iyi bir şekilde sindirebildikleri belirtilmektedir (Chakrabarti ve ark., 1995; Hidalgo ve ark., 1999). Protein ve yağları temel besin ve enerji kaynağı olarak değerlendiren karnivor balıklarda alınan besinler önce asit proteaz pepsin tarafından hidrolize edilmekte olup bu işlemin ardından alkali enzimlerle hidrolize edilmektedir (Halver, 1989).

Yumurtadan yeni çıkan larvaların sentezlemiş olduğu sindirim enzimlerinin içeriği ve aktivitesi çok düşük seviyelerdedir. Özellikle besin keseli dönemde enzimlerde miktar ve yapısal olarak gelişme yaşanmaktadır. Dış kaynaklı beslenmeye bağlı olarak, sindirim enzim sisteminin gelişmesiyle birlikte enzim sentezinde artma görülmektedir. (Zambonino ve Infante ve Cahu 1994).

2.9. Balık Unu

Balık unu, balığın tümünün yada insanların tüketemediği kadar fazla avlanan balıklardan ve balık artıklarından üretilir (Ponce ve Gernat, 2002). Balık unu ve yağı üretimi için genellikle küçük pelajik türler ile ekonomik değeri olmayan küçük demarsal balıklar kullanılmaktadır.

Balığın sıcaklık uygulaması ile koagüle olması ve preslendikten sonra kek kısmından suyun buharlaştırılması ile balık unu elde edilir (Schmidtsdorff, 1995). Balık unu, tüm hayvanların dietlerinde açıklanamayan büyüme faktörü içeren protein kaynağı

olarak kullanılmaktadır (Kim ve Easter, 2001). Su ürünleri yetiştiriciliğinde balık unu kullanım oranı, kümes ve hayvan yetiştiriciliğinde kullanılan oranlardan daha yüksektir (Tacon, 1998). Özellikle karnivor balık türlerinin yetiştiriciliğinde kullanılan ticari yem formüllerinde protein kaynağı olarak balık unu kullanılması elzemdir. Kültür balıklarının ihtiyacı olan besinsel kompozisyonlar balık ununda oldukça zengin olarak bulunmaktadır (Tacon, 1993). Yüksek kaliteli bir balık unu mükemmel bir aminoasit dengesine (Webster ve ark., 1999) ve zengin bir protein, kalsiyum, fosfor, demir, vitamin B₁₂, kolin, niasin, pantoteknik asit ve riboflavin kaynağına sahiptir (Waldroup ve Adams, 1994). Balık unu, bitkisel kaynaklı proteinlerden daha yüksek oranda esansiyel aminoasit (özellikle lizin ve methionin) ve bitkisel kaynaklı yağlarda bulunmayan yağ asitleri (EPA ve DHA) bulundurur (De Silva ve Anderson, 1994). Ayrıca balık unu çok zengin bir enerji ve omega3 yağ asidi kaynağıdır (Burke ve ark., 1997).

Yüksek protein içeriği ve dengelenmiş amino asit profiline bağlı olarak balık unu geleneksel olarak ticari balık yemlerinde ana protein kaynağını oluşturmaktadır. Balık unu aynı zamanda mükemmel bir esansiyel yağ asitleri, sindirilebilir enerji, vitamin ve mineral kaynağıdır. Artan talep ve çiftlik hayvanlarının yemlerinde kullanılmasından doğan rekabet ile dünya balık unu üretimindeki açık ikiye katlanmakta ve fiyatları daha da artmaktadır. Uzun vadede gelişmekte olan ülkelerin balık yemlerinde balık ununa bağlı kalamayacağı açıktır. Bu nedenle balık yemlerinde unun kısmen veya tamamen değiştirilmesi için çeşitli girişimlerde bulunmaktadır (El Sayed, 1999).

2.10. Balık Hidrolizatı

Hidrolizasyon işleminde, çözünmeyen büyük protein molekülleri enzim tarafından daha küçük, lezzetli peptit ve amino asitlere parçalanmaktadır. Balık hidrolizatı, balık ununa göre daha fazla besleyici ve sağlığa katkıda bulunan özelliklere sahiptir.

Hidrolizasyon işlemi sırasında fonksiyonelliğin korunması açısından düşük sıcaklıkta işlenmesi gerekli olup, enzim hidrolizi ile performansı artırılmaktadır. Ancak hidroliz sırasında proteinler tamamen aminoasitlerine parçalanmamalıdır çünkü peptitlerin büyümeyi daha fazla desteklediği bildirilmektedir.

Balık hidrolizatları, proteince zengin balık ham materyalinin enzimatik hidrolizinden oluşur. Balık hidrolizatları kullanımı Avrupa’da balık bağırsakları ve diğer yan ürünlerden yapılmış olan balık sosları içeriklerinin kapsamaktadır. Balık sosu sebze yemeklerinde tatlandırıcı (baharat) olarak kullanılır, ayrıca birçok insan için önemli bir esansiyel aminoasit kaynağıdır (Çaklı, 2008).

Yavru balık yemlerinde “Balık hidrolizatı” kullanımının, özellikle yavru balıkların hayatta kalması, büyümesi ve gelişimi üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır. Çünkü yavru balıkların sindirim sistemleri az gelişmiş olduğundan, ham proteinin sindirimi oldukça zordur. Balık hidrolizatı kullanılması ise protein yararlanımını artırmaktadır. Ancak yem formülasyonlarında, tamamen balık hidrolizat kullanımı yerine, balık türüne göre tespit edilen oranlarda ham protein ve hidrolize protein karışımı kullanmanın sindirim ve büyüme üzerinde optimum etkisi olduğu belirlenmiştir.

2.11. Soya Unu

Soya unu bitkisel kaynaklı en önemli hammaddedir. Soya unu kompozisyonu %45-48 ham protein, %1 ham yağ, %3-4 ham selüloz, %90 kuru madde şeklindedir. Sindirimi %90-92 arasındadır. Tripsin inhibitörünün mevcut oluşu en önemli dezavantajdır. Yüksek sıcaklıklarda tripsin inhibitörü inaktif duruma gelir, sindirimini kolaylaştırır. Balık ununa göre daha ucuz olduğu için, kullanımı gelecek yıllarda da artacağı tahmin edilmektedir. Balık besleme de %50-60 oranında balık unu yerine geçebilir. Balık beslemede sadece soya unu kullanımında ortalama yem değerlendirme 3-3.5 arasında değişmektedir (Korkut ve Yıldırım, 2003).

2.12. Ayçiçek Tohumu Küspesi

Ayçiçeği tohumu küspesi işleme metoduna göre değişmekle beraber %24-40 arasında değişen oranlarda ham protein içerebilmektedir. Eken (2004)’e göre potasyum ve vitamin E bakımından zengin olan ayçiçeği tohumu küspesinin linoleik asit içeriği de oldukça yüksektir (Demir ve ark.; 2010). Olvera– Novoa ve ark. (2002) ve Gill ve ark. (2006)’ na göre ayçiçeği tohumu küspesi içeriğindeki yüksek selüloz ve sindirilemeyen karbonhidratlar ile tanen gibi polifenolik bileşiklerin neden olduğu yetersiz lizin içeriği sebebi ile balık beslemede %100 protein kaynağı olarak kullanılmamaktadır (Demir ve ark.; 2010). Juvenile çipura yemlerindeki optimum balık unu ikame oranı %10- 12

arasındadır (Lozano ve ark.; 2007). Sivriburun çipura (*Diplodus puntazzo*) ile yapılan bir çalışmada balık unu yerine % 0, 10, 20 ve 30 oranlarında ayçiçeği küspesi ilave edilmiş, deneme sonunda %30'a kadar yapılan ikamenin balıkların spesifik büyüme oranlarında istatistiksel olarak fark göstermediği bildirilmiştir (Merida ve ark.; 2010).

2.13. Buğday Gluteni

Gluten, buğday içerisinde yeralan ve un öz değerlerini en fazla içeren protein grubudur. Unun içerisinde Yas gluten değeri 28-32 arası ideal olup eksikliği durumunda iyi buğday ile karıştırılarak veya kuru gluten ilavesi ile istenen değerlere ulaşılabilir. Kuru gluten, buğday nişastası üreticilerinin yakın geçmişe kadar teknoloji yetersizliğinden dolayı elde edilmesi zor olan ancak bugün Un sanayi, dayanıklı unlu mamuller, ve balık yemi başta olmak üzere yem sanayinde kullanılan bir sanayi hammaddesi haline gelmiştir.

Yem sanayindeki kullanımı özellikle balık yavru yemlerinde 2 mm nin altında yeralan extruder ürünlerinin imalinde avantaj sağlamaktadır. Son yıllarda birçok yem üreticisi tarafından tercih edilmektedir.

2.14. Gökkuşığı Alabalığı Yavruları ile Yürütülen Besleme Çalışmaları

Besin kesesinin tüketilmesi ve ağzın açılmasıyla birlikte gökkuşığı alabalığı yavrularında dış kaynaklı beslenme başlamaktadır. Karnivor beslenme alışkanlığına sahip olan gökkuşığı alabalıkları, yüksek oranda proteine ihtiyaç duymaları nedeniyle yemlerinde kullanılacak hammaddelerinde bu özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bu amaçla yemlerde balık unu yerine kullanılacak alternatif hammaddelerin kolay temin edilebilen, balıklar tarafından yüksek oranda sindirilebilen ve protein bakımından zengin olan hammaddeler olması gerekmektedir (Hardy, 1996).

Balık yemlerinde temel protein kaynağı olarak kullanılan balık unundan sonra genel olarak balıkların esansiyel aminoasit ihtiyacını en iyi şekilde karşılayabilen bitkisel protein kaynağı soya unudur. Bu nedenle birçok karnivor balık yemlerinde balık unu yerine soya ununun kullanılmasıyla ilgili birçok araştırma yürütülmüştür (Carter ve Hauler, 2000, Watanabe 2002).

Reichle (1980), gökkuşığı alabalıklarında yapmış olduğu bir çalışmada balık unu yerine tamamen soya fasulyesi küspesi kullanılmış rasyonla beslenen balıkların gelişmelerinin düşük olduğunu bildirmiştir.

Sanz ve ark., (1994), ortalama 40 gram gökkuşığı alabalıklarında yapmış olduğu 60 günlük besleme çalışmasında %59.33 balık unu içeren, %35.60 balık unu ve %31.60 soya unu içeren, %35.60 balık unu ve %42.46 ayçiçeği unu içeren 3 farklı rasyon hazırlanmıştır. Deneme sonunda gruplar arasında yem değerlendirme oranı sırasıyla, 2.39, 2.27, 2.16 olarak, spesifik büyüme oranı ise 1.97, 2.09, 1.90 olarak bulunmuştur.

Pongmaneerat ve Watanabe (1993) tarafından gökkuşığı alabalığı rasyonlarına %0, %12, %23, %44, %60 ve %75 oranlarında yağsız soya unu kullanarak altı rasyon hazırlanmıştır. Çalışmada başlangıç ağırlıkları 4 gram olan balıklar 20 gün beslenmişlerdir. Deneme sonunda protein tüketim oranının rasyondaki soyamiktartının artışına paralel olarak arttığı 1.8-4.3 arasında bulunduğu, proteintüketiminin 27.8-42.1 arasında olduğu ve sonuç olarak yağsız soya ununun alabalık yavru yemlerinde metionin gibi esansiyel amino asit ilavesi ile rahatlıkla kullanılabileceği belirtilmiştir.

Atay ve ark. (1979), gökkuşığı alabalıklarında balık unu yerine ayçiçeği tohumu küspesikullanımının balıklarda kimyasal ve histopatolojik yapıya etkilerini incelemişlerdir. Yavru gökkuşığı alabalıkları pazar ağırlığı olan 250 grama ulaşınca kadar 182 gün boyunca beslenmiştir. Besleme periyodu sonunda denemede kullanılan balıkların karaciğerinde hepatomaya rastlanmış, büyüme parametrelerinde ise kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli bir farklılık bulunamamıştır.

Alabalık rasyonlarında balık ununun bir kısmı yerine pamuk ve ayçiçeği tohumu küspelerinin kullanımının yem değerlendirme katsayısını etkilemediği, ancak artan oranlarda bitkisel protein miktarının gelişiminin giderek azalttığı bildirilmiştir (Öztürk ve Atay 1980).

Watanabe ve ark. (1993), yapmış oldukları bir çalışmada, yaklaşık 3 g ağırlığındaki gökkuşığı alabalıklarıyla balık unu yerine, soya fasulyesi küspesi, mısır gluten unu ve et unu gibi bazı alternatif protein kaynaklarının kullanımı üzerinde çalışmışlardır.

Yapılan bu çalışma sonucunda; mısır gluten unu, soya fasulyesi ve et unundan oluşan kombine rasyonun kontrol grubuna göre, daha iyi bir gelişme, yem değerlendirme ve yem alımı oluşturduğu, buna karşılık kontrol grubuna göre, alternatif protein kaynağı içeren rasyonlarla beslenen balıkların daha düşük Protein Değerlendirme Oranı (PDO)'na sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca aynı çalışmada balık unu ile %91 oranında yerdeğiştiren rasyon hariç, protein ve enerji birikimi bakımından önemli bir farklılığın olmadığı ve hepatosomatik indeksin ve kimyasal kompozisyonun kontrol grubundan farklı olmadığı gözlenmiştir.

Dabrowski ve ark. (1989), gökkuşağı alabalıklarında yapmış oldukları bir çalışmada, balık unu ile %50 oranında ikame edilen soya fasulyesi küspesi içeren rasyonla beslenen balıkların büyüme oranlarının önemli bir şekilde düştüğünü, soya fasulyesi küspesinin %100 oranında yerdeğiştirdiğinde ise büyümenin tamamen durduğunu ve ölümlerin meydana geldiğini belirtmişlerdir. Balık unu yerine %25 ve daha yüksek oranlarda soya fasulyesi küspesi ikame edilmiş rasyonlarla beslenen balıklarda özellikle methionin, lösin ve treonin gibi aminoasitlerin bağırsaklardan emiliminin olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir.

Yamamoto ve Akiyama (1991), fingerling gökkuşağı alabalıklarında, beyaz balık unu yerine rasyona katılabilecek optimum soya fasulyesi küspesi miktarını belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada kontrol grubu rasyonunda protein kaynağı olarak kuru bira mayası ve beyaz balık unu kullanmışlardır. Diğer rasyonlar ise, beyaz balık unu proteininin %10, %20, %40 ve %60'ı oranında methanolle muamele edilmiş soya fasulyesi küspesi proteini ile ikame edilmiştir. Deney rasyonlarına, kontrol rasyonundaki aminoasit profili ile dengelemek için methionin ve lizin gibi esansiyel aminoasitleri ilave edilmiştir. Bu çalışma sonucunda, fingerling gökkuşağı alabalıklarının büyüme oranları bakımından rasyonlar arasında önemli bir fark bulunmadığı belirlenmiştir. Ancak rasyondaki soya fasulyesi oranı arttıkça yem değerlendirme oranında azalma gözlemlendiği tespit edilmiştir. Diğer taraftan tüm rasyonlarda vücut besin madde içerikleri arasında önemli farklılıklar görülmediği belirlenmiştir. Araştırmacılar, balık unu proteini ile %20 oranında ikame edilen soya fasulyesi küspesi içeren rasyonların, fingerling gökkuşağı alabalıklarının beslenmesinde herhangi bir olumsuz etki olmaksızın rahatlıkla kullanılabileceğini belirtmiştir.

Watanabe ve Pongmaneerat (1993), yaklaşık 5 g ağırlığa sahip yavru gökkuşağı alabalıkları ile yapmış oldukları bir çalışmada, balık unu ile %20, %30, %40, %50 oranlarında ikame edilen soya fasülyesi küspesi(SFK) veya %25 oranında soya fasülyesi küspesi (SFK) ve %15 oranında mısır gluteni unu (MGU) ikamesinin büyüme oranı (BO), yem değerlendirme oranı (YDO) ve vücut besin madde kompozisyonlarına olası etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, %20 oranında soya fasülyesi küspesi (SFK) ve %25 mısır gluteni unu (MGU) içeren rasyonlarla beslenen gökkuşağı alabalıklarının ağırlık kazancını, kontrol grubundan önemli oranda daha yüksek belirlemişlerdir. Yine %30, %40, %50 oranında soya fasulyesi küspesi (SFK) ile ikame edilen yemlerle beslenen balıkların ağırlık kazançlarının, kontrol grubu ile beslenenlerden çok fazla farklı olmadığını tespit etmişlerdir. En yüksek yem değerlendirme oranı ve günlük protein alımı, kontrol grubunda belirlenirken, rasyonlarda soya fasulyesi küspesinin ikame oranı arttıkça yem değerlendirme oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında, en düşük yem değerlendirme oranı (YDO) kontrol grubunda belirlenirken, en yüksek yem değerlendirme oranının (YDO) belirlendiği vebalık unu ile %25 oranında soya fasülyesi küspesi (SFK) ile %15 oranında mısır gluten unu (MGU) ile ikame edilen rasyonun, %40 oranında balık unu içeren rasyon yerine etkili bir şekilde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Pogmaneerat ve Watanabe (1993), yaklaşık 4-5 g ağırlığındaki gökkuşağı alabalıklarında balık unu ile kısmen ikame edilen soya fasulyesi küspesi ekstraksiyon ürünlerinin, balık gelişimi üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Yapılan ilk denemede balıklar, 6 hafta süreyle ekstraksiyon ürünüyle beraber ve ekstraksiyon ürünü olmadan %30 soya fasulyesi içeren rasyonla ve kontrol grubu yemi ile beslenmişlerdir. İkinci deneyde ise balıklar, 8 hafta süreyle %30 oranında soya fasülyesi küspesi (SFK) içeren ekstruder hafif-kuru pelet, balık unu ile kısmen ikame edilen ve % 30 oranında soya fasülyesi küspesi (SFK) ile ikame edilen ekstruder pelet veya %30 oranında soya fasulyesi küspesi (SFK) içeren kuru pelet yemle beslenmişlerdir. Birinci deneyde, kontrol grubu ile %30 oranında soya fasulyesi küspesi (SFK) içeren rasyonla beslenen balıkların arasında, büyüme ve yem değerlendirme oranı (YDO) bakımından önemli bir fark bulunmamıştır. Rasyonlardaki proteinlerin sindirilebilirliğini ekstraksiyon yöntemi etkilememiş ve proteinlerin sindirimi %88 ile % 91 arasında belirlenmiştir. İkinci deneyde ise, %30 oranında soya fasulyesi küspesi (SFK) içeren kuru peletlerden,

ekstruder hafif kuru peletlerle beslenen balıkların yüksek bir enerji içeriğiyle birlikte büyüme oranı (BO), yem değerlendirme oranı (YDO) ve protein değerlendirme oranı (PDO) daha yüksek bulunmuştur. Araştırma sonucuna göre yem tüketimi, yüksek enerji düzeylerinden dolayı hafif-kuru peletlerle beslenenlerde nispeten daha düşük bulunmuştur.

Akiyama ve ark. (1995), gökkuşağı alabalıklarında balık unu yerine alternatif protein kaynağı olarak malt protein unu ve soya fasulyesi küspesinin optimum kombinasyon oranlarını belirlemek amacıyla 6 haftalık bir besleme denemesi yapmışlardır. Bu çalışmada kontrol rasyonunda, protein kaynağı olarak %43 ham protein içeren kahverengi balık unu kullanılmıştır. Diğer rasyonlarda ise, soya fasülyesi küspesi ve malt proteininin kombinasyon oranları, toplam rasyon proteinin yüzdesi % 60:0, % 20:20, % 30:30, % 20:40 ve % 0:60 olarak ayarlanmıştır. Araştırma sonucuna göre, % 30:30 ikame oranına sahip rasyonla beslenen gökkuşağı alabalıklarında, kontrol rasyonuyla beslenenlerle aynı düzeyde ağırlık kazancı ve protein birikimi olduğu kaydedilmiştir. Bunun yanında, sindirilebilir enerji temelinde enerji birikimi, kontrol rasyonuyla beslenenlerden daha yüksek bulunmuştur. Bütün bu sonuçlara göre, her iki alternatif protein kaynağının eşit ağırlıktaki kombinasyonlarının fingerling gökkuşağı alabalıklarının rasyonlarında rahatlıkla kullanılabileceği belirtilmiştir.

Thiessen (2004), gökkuşağı alabalığı ile yaptıkları çalışmada, balık unu yerine farklı oranlarda kanola tohumundan enzimatik işlemlerle yağ ekstraktı sonucu elde edilen kanola protein konsantresi ilave edilen yemlerle besleme sonucunda, büyüme performansı bakımından deneme grupları arasında önemli farklılık oluşmadığını belirtmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Larvaların Örneklenmesi ve Muhafazası

Çalışmada kullanılan alabalık larvaları Bafa Su Ürünleri Yavru Üretim Merkezi A.Ş.'ne ait ticari larva ünitesinden örneklenmiştir.



Şekil 1. Bafa Su Ürünleri Yavru Üretim Merkezi San. Ve Tic. A.Ş.



Şekil 2. Bafa Su Ürünleri Yavru Üretim Merkezi San. Ve Tic. A.Ş. larva ünitesi

Örnekleme keseli dönemin 5. gününden itibaren 5'er günlük aralıklarla 50. Güne kadar yapılmıştır. Alınan örnekler işletme koşullarında saf su ile yıkanıp, taşıma sırasında kuru buz içerisinde, taşıma sonrasında ise -80°C dondurucuda muhafaza edilmiştir. Örnekleme işlemi tamamlandıktan sonra dondurucuda bulunan örneklerin analizleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik laboratuvarında yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Analiz İşlemleri

Yumurtadan çıkıştan itibaren alabalık larvaları, keseli dönem esnasında 5. ve 10. günlerde 5'er günlük aralıklarla iki örnekleme, keseli dönem sonrası ise 5'er günlük aralıklarla 50. güne kadar örneklenmiş olup, larvaların proteaz aktiviteleri ve yem hammaddelerine göstermiş oldukları proteaz inhibisyonları tespit edilmiştir. Proteaz inhibisyon analizlerinde hayvansal (balık unu, balık hidrolizati) ve bitkisel (buğday glütini, soya unu ve ayçiçeği tohumu küspesi) yem hammaddeleri kullanılmıştır. Bitkisel ve hayvansal yem hammaddelerine ait protein solüsyonları ile proteaz aktivite ve proteaz inhibisyon analizlerinde kullanılan larva ekstraktları aşağıdaki gibi hazırlanmıştır.

3.2.2. Protein Solüsyonlarının Hazırlanması

Çalışmada kullanılan yem hammaddeleri (balık unu, balık hidrolizati, buğday glütini, soya unu ve ayçiçek tohumu küspesi) ekstraktları distile su ile yıkandıktan sonra homojenize edilmiş olup, homojenize olan örneklere 15000 g'da 10 dakikalık bir santrifüj işlemi uygulanarak elde edilen süpernatantlar analizlerde kullanılmak üzere -80°C'de dondurucuda muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Larva Proteaz Ekstraktlarının Hazırlanması

Keseli dönem esnasında 5. ve 10. günlerde, keseli dönem sonrası ise 5'er günlük aralıklarla 50. güne kadar örneklenen olan alabalık larvaları distile su ile homojenize edildikten sonra, örnekler 1600 g'da 30 dakika (4°C) süre ile santrifüj işlemine tabi tutulmuş olup, elde edilen süpernatantlar analizlerde kullanılmak üzere -80°C'de dondurucuda muhafaza edilmiştir.

3.2.4. Larval Ekstraktlarının Proteaz Aktivitelerinin Belirlenmesi

Örneklenen larvaların proteaz aktiviteleri Walter (1984) tarafından verilen metoda göre belirlenmiştir. Larva ekstraktlarında çözülebilir protein konsantrasyonları Bradford (1976) tarafından geliştirilen bir protein ren(dye) çözeltisine dayalı yöntem ile belirlenmiştir (Biorad Protein Assay, Catalog No: 5002). Biorad kit prosedürleri uygulandıktan sonra spektrofotometrede (SHIMADZU, UV-VIS-1240) 595 nm’de ölçümler yapılmıştır.

3.2.5. Bitkisel ve Hayvansal Yem Hammaddelerinin Alabalık Larvalarının Proteaz Aktiviteleri Üzerine İnhibisyon Etkilerinin Belirlenmesi

Bu aşamada daha önceden hazırlanmış olan yem hammaddelerinin (balık unu, balık hidrolizatı, buğday gluteni, soya unu ve ayçiçek tohumu küspesi) protein solüsyonlarının alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerindeki inhibisyon etkileri analiz edilmiştir. Analizlerde Garcia-Carreno (1996) tarafından tanımlanan yöntem kullanılmıştır. Proteaz inhibisyon değerleri azalan proteaz aktivitelerinin (%) değerleri olarak verilmiştir.

3.2.6. İstatistiksel Analizler

Elde edilen proteaz aktivitelerine ait veriler SPSS 9.0 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Proteaz aktivitelerinin ortalamaları arasındaki farklılıklar Duncan testi yapılarak belirlenmiştir ($p < 0.05$). Sonuçlar ortalama $\pm$ standart hata olarak verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, keseli dönem sonrası aktif besleme dönemindeki gökkuşığı alabalık larvalarının yem rasyonlarında kullanılma potansiyeli olan farklı bitkisel (buğday glütenu, soya unu ve ayçiçeğı tohumu küspesi) ve hayvansal (balık unu ve balık hidrolizatı) hammaddelerinin larvaların proteaz aktiviteleri üzerindeki inhibisyon etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Keseli dönem esnasında 5. ve 10. günlerde, keseli dönem sonrası ise 5'er günlük aralıklarla 50. güne kadar örneklenmiş olan alabalık larvalarının proteaz aktivite değerleri Çizelge 2'de verilmiş olup, bu değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Örnekleme esnasındaki en yüksek ve en düşük proteaz aktiviteleri sırasıyla 35. günde $307,83\pm2,13$ U/mg protein ve 5. günde $11,45\pm0,99$ U/mg protein olarak tespit edilmiştir. Proteaz aktivite değerlerinin 5. günden 35. güne kadar artma, 35. günden 50. güne kadar azalma eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Mevcut çalışmada 35. günden sonra proteaz aktivitesinde gözlenen azalmanın sebebinin gerçekte enzim sentezindeki azalmadan kaynaklanmadığı, bu azalmanın gökkuşığı alabalığı larvalarının doku protein konsantrasyonundaki artıştan dolayı ortaya çıktığı düşünülmektedir (Zambonino Infante ve Cahu, 2001).

Çizelge 2. Alabalık Larvalarının Keseli Dönem (5. ve 10. gün) ve Keseli Dönem Sonrası 50. Güne Kadar Olan Proteaz Aktivitelerinde Gözlenen Değişimler (Ortalama $\pm$ Standart Hata)

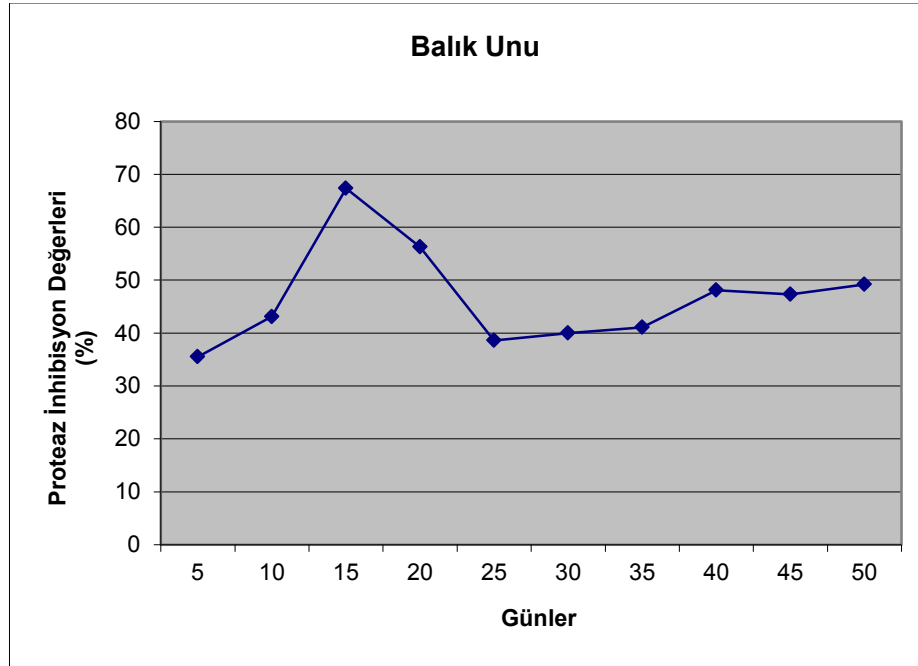
Günler	Proteaz Aktivitesi (U/mg protein)
5	$11,45\pm0,99^a$
10	$12,76\pm3,01^a$
15	$12,60\pm1,93^a$
20	$22,37\pm3,69^b$
25	$37,47\pm3,77^c$
30	$38,19\pm0,52^c$
35	$307,83\pm2,13^d$
40	$34,34\pm1,22^c$
45	$30,79\pm1,00^c$
50	$34,08\pm2,16^c$

4.1 Yem Hammadde Kaynakları

4.1.1 Hayvansal Kaynaklar

4.1.1.1 Balık Unu

Balık ununun keseli dönemden aktif beslemenin 50. güne kadar olan dönemdeki proteaz aktiviteleri üzerindeki inhibisyon yüzdeleri Şekil 3 ve Çizelge 3’de verilmiştir. En yüksek ve en düşük proteaz inhibisyon yüzdeleri sırasıyla 15. günde $67,33 \pm 3,82$ ve 5. günde $13,93 \pm 2,46$ olarak gözlenmiştir. Gökkuşığı alabalığı larvaları ilk yem almaya başladığı dönemde en yüksek aktiviteyi göstermiş olup, balık hidrolizatının bu dönemdeki inhibisyon yüzdelerinin daha düşük seviyelerde olduğu, rasyonda balık unu yerine 15.,20. ve 40. günlerde balık hidrolizatı kullanımının uygun olacağı görülmektedir. Sonuçlar ilk yem almaya başladıktan sonraki 25. ve 30. günlerde gökkuşığı alabalığı larvalarında balık ununun kullanımının uygun olacağını göstermektedir.



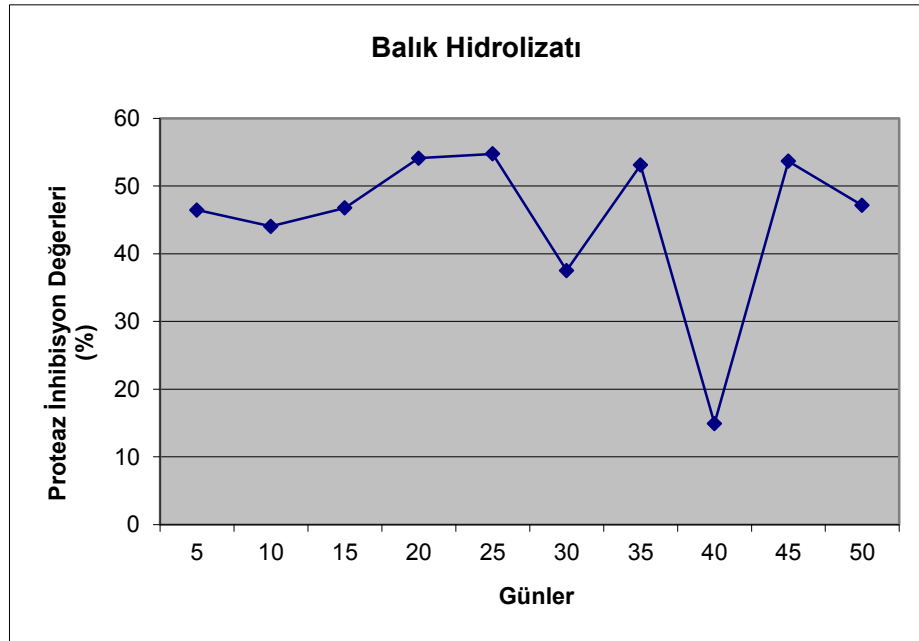
Şekil 3. Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine balık ununun inhibisyon etkileri

Çizelge 3. Alabalık Larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine balık ununun inhibisyon etkileri

Günler	Balık Unu Proteaz İnhibisyon Yüzdeleri (%)
5	13,93±2,45
10	58,74±0,69
15	67,33±3,82
20	56,27±5,74
25	38,61±1,46
30	40,01±3,80
35	41,09±1,54
40	48,11±1,67
45	47,33±1,58
50	49,18±0,85

4.1.1.2 Balık Hidrolizatı

Balık hidrolizatının keseli dönemden aktif beslemenin 50. güne kadar olan dönemdeki proteaz aktiviteleri üzerindeki inhibisyon yüzdeleri Şekil 4’de ve Çizelge 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine balık hidrolizatının etkileri

Çizelge 4. Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine balık hidrolizatının etkileri

Günler	Balık Hidrolizatı Proteaz İnhibisyon Yüzdeleri (%)
5	46,44±6,64
10	61,53±6,29
15	46,75±12,59
20	54,12±13,84
25	54,74±17,95
30	56,38±0,78
35	53,10±4,76
40	18,69±6,95
45	53,66±16,60
50	47,13±10,18

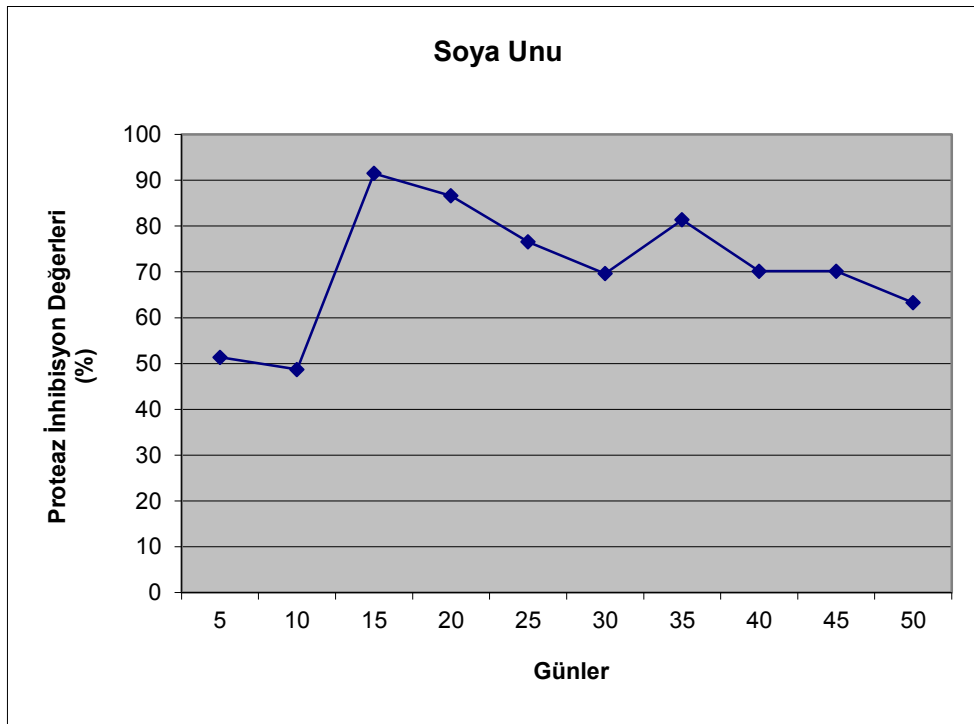
En yüksek ve en düşük proteaz inhibisyon yüzdeleri sırasıyla 10. gün %61,53±6,29 ve 40. günde %18,69±6,95 olarak gözlenmiştir. Balık hidrolizatının keseli dönem boyunca gözlenen proteaz inhibisyon yüzdeleri ile (5. gün ve 10. gün) ilk yem almaya başladıkları dönemdeki inhibisyon yüzdeleri birbirine benzerlik göstermektedir. Bu durum Gökkuşığı alabalığı larvalarının ilk yem almaya başladığı dönemde balık hidrolizatını, balık ununun ilk yem almaya başladığı dönemdeki proteaz inhibisyon yüzdeleri dikkate alındığında daha iyi değerlendirebileceğini göstermektedir. Balık hidrolizatını 15. gün (46,75±12,59) 20. gün (54,12±13,84) ve 40. günlerdeki (18,69±6,95) proteaz inhibisyon yüzdeleri, balık ununa göre bu dönemlerde hidrolizat ürünlerinin kullanımının uygun olacağına işaret etmektedir. Balık hidrolizatının kullanımında, önceki çalışmalarda yapılan kullanım oranlarının dikkate alınması gerekir. Bu bağlamda, Rodehutsord ve ark. (1995), tarafından gökkuşığı alabalıklarında yapılan çalışmada balık hidrolizatının %54'e kadar kullanımında herhangi bir negatif etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

4.1.2 Bitkisel Kaynaklar

4.1.2.1 Soya Unu

Soya ununun keseli dönemden aktif beslemenin 50. Güne kadar olan dönemdeki proteaz aktiviteleri üzerindeki inhibisyon yüzdeleri Şekil 5 ve Çizelge 5'de verilmiştir. En yüksek ve en düşük proteaz inhibisyon yüzdeleri sırasıyla 15. günde %91,49±2,93

ve 5. günde $51,36 \pm 14,79$ olarak belirlenmiştir. Bitkisel protein kaynağı olarak alabalık yemlerinde yaygın olarak kullanılan soya ununun gökkuşığı alabalığı larvalarının ilk beslenmeye başlama dönemlerindeki yüksek inhibisyon yüzdelerinin, soya unundaki tripsin inhibitöründen kaynaklanmaktadır. Soya unu hayvansal protein kaynaklarından balık unu ve balık hidrolizatına göre her dönemde yüksek inhibisyon yüzdeleri göstermiştir. Bitkisel yem hammaddelerinden ayçiçeği tohumu küspesi ve buğday gluteni ile kıyaslandığında soya unu 5. ve 10. günler dışında örnekleme süreci esnasında gökkuşığı alabalığı larvalarının proteaz aktiviteleri üzerinde yüksek inhibisyon değerlerine neden olmuştur.



Şekil 5. Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine soya ununun etkileri

Çizelge 5. Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine soya ununun etkileri

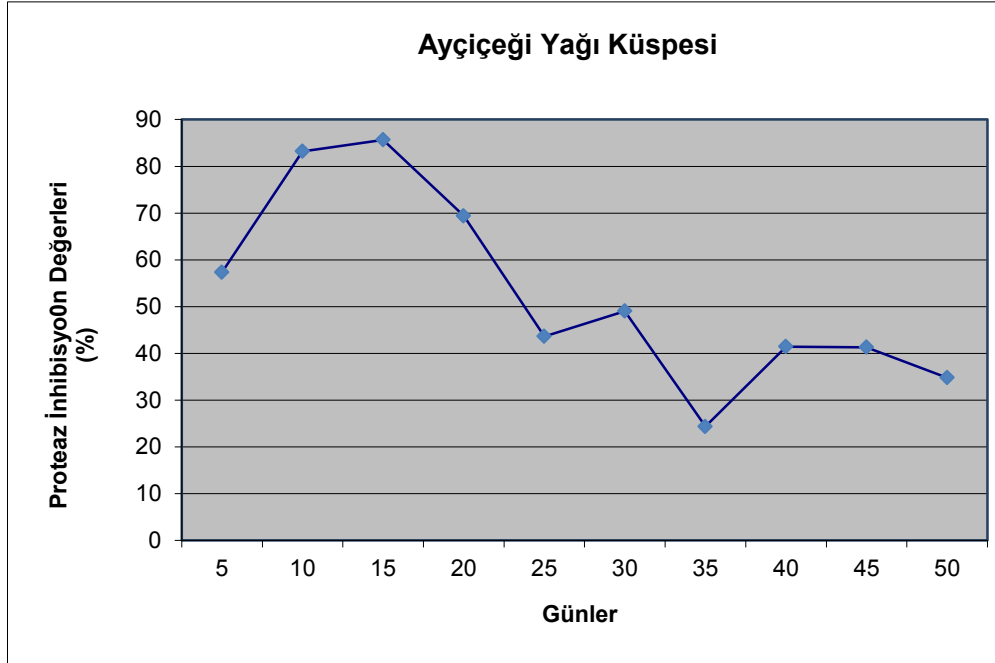
Günler	Soya Unu Proteaz İnhibisyon Yüzdeleri (%)
5	51,36±14,79
10	67,83±16,78
15	91,49±2,93
20	86,61±2,90
25	76,55±3,38
30	69,61±7,68
35	81,35±1,73
40	70,14±4,08
45	70,16±3,19
50	63,25±6,62

Yavru sarı kuyruk (*Seriola dumerili*) balıkları 5 ay süre ile balık unu yerine %20, %30, %40 ve %50 oranında soya unu içeren balık rasyonları ile beslenmişlerdir. Büyüme performansında %20 ve %30 ikame oranlarında istatistik olarak herhangi bir farklılık görülmemesine rağmen, daha yüksek oranlarda soya unu ilavesinin negatif bir etki gösterdiği regresyon analizi ile tespit edilmiştir. Düşük oranda (%20 ve %30) soya unu içeren yemlerle beslenen grupların %40 ve %50 ikame oranlarına göre daha iyi büyüme ve yem değerlendirme oranına sahip olduğu belirtilmiştir (Tomas ve ark., 2005).

4.1.2.2 Ayçiçeği Tohumu Küspesi

Ayçiçeği tohumu küspesinin keseli dönemden aktif beslemenin 50. Güne kadar olan dönemdeki proteaz aktiviteleri üzerindeki inhibisyon yüzdeleri Şekil 6 ve Çizelge 6'da verilmiştir. En yüksek ve en düşük proteaz inhibisyon yüzdeleri sırasıyla 15. günde %85,68±2,36 ve 35. günde %24,37±3,93 olarak gözlemlenmiştir. Ayçiçeği tohumu küspesi 15. günden sonra proteaz inhibisyon yüzdeleri açısından değerlendirildiğinde düşme eğilimine girmiş olup, bu çalışmada kullanılan diğer bitkisel kaynaklarından soya unu ve buğday glutenine göre daha düşük inhibisyon yüzdeleri göstermiştir. 35. günden sonra hayvansal protein kaynaklarından balık ununa göre daha düşük inhibisyon yüzdesi göstermiştir. Mevcut çalışmada ayçiçeği yağı küspesi 25, 30, 35, 45 ve 50. günlerde balık hidrolizatına göre daha düşük proteaz inhibisyon yüzdeleri gözlenmiştir. Ayçiçeği yağı küspesinin hayvansal protein kaynaklarından balık unu ve balık hidrolizatı yerine Gökkuşaağı alabalıklarının keseli dönem sonrası ilk 50 günlük

dönemlerindeki yemlerinde kullanılma potansiyeli olduğu elde edilen proteaz inhibisyon yüzdeleri ile desteklenmiştir.



Şekil 6. Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine ayçiçeği tohumu küspesinin etkileri.

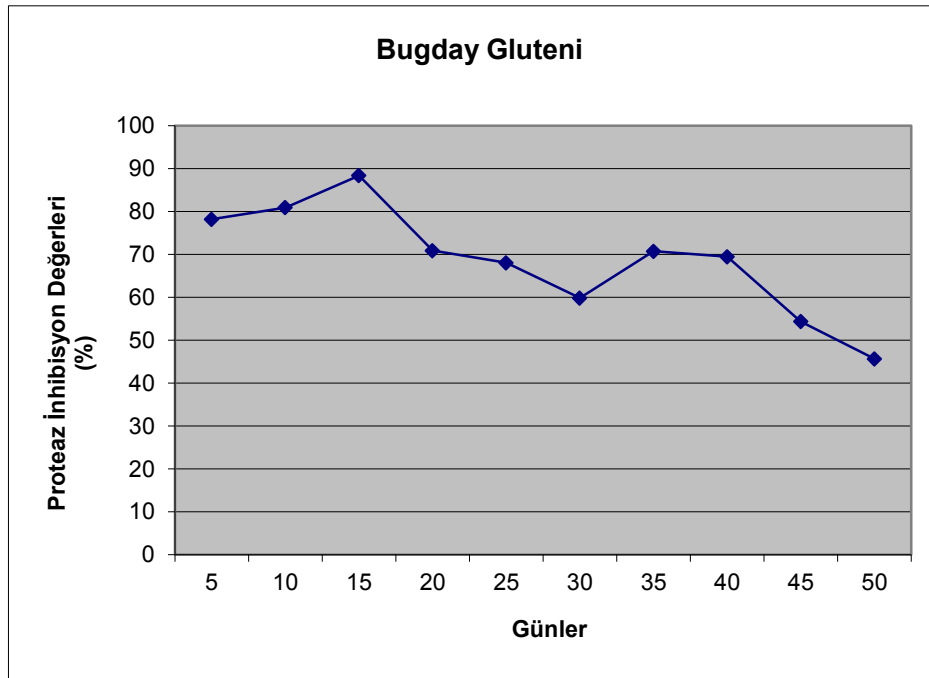
Çizelge 6. Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine ayçiçeği tohumu küspesinin etkileri.

Günler	Ayçiçeği Tohumu Küspesi Proteaz İnhibisyon Yüzdeleri (%)
5	57,37±6,20
10	83,21±5,29
15	85,68±2,36
20	69,41±2,90
25	43,63±0,67
30	49,05±2,96
35	24,37±3,93
40	41,44±4,42
45	41,33±1,01
50	34,83±1,31

Olvera - Novoa ve ark. (2002), %10 ve %20 düzeyinde ayçiçek tohumu küspesi içeren yemlerin tilapya (*Tilapia rendalli*) yavrularında en iyi büyüme ve yem değerlendirme sağladığını, daha yüksek oranlarda ilave edilen ayçiçek tohumu küspesinin büyüme değerine neden olduğunu tespit etmişlerdir.

4.1.2.3 Buğday Gluteni

Buğday gluteninin keseli dönemden aktif beslemenin 50. güne kadar olan dönemdeki proteaz aktiviteleri üzerindeki inhibisyon yüzdeleri Şekil 7 ve Çizelge 7’de verilmiştir. En yüksek ve en düşük proteaz inhibisyon yüzdeleri sırasıyla 15. günde %88,36±2,49 ve 50. günde %45,62±1,19 olarak gözlemlenmiştir. Mevcut çalışmada kullanılan bitkisel yem hammaddeleri açısından değerlendirme yapıldığında 5. ve 10. günler dışındaki ilk besleme döneminden 50. güne kadar olan dönemde soya unundan daha düşük inhibisyon yüzdelerine sahip olup ayçiçeğine göre 10. günden itibaren yüksek inhibisyon yüzdeleri göstermiştir. Hayvansal protein kaynaklarına göre değerlendirme yapıldığında ise 50. günde balık hidrolizatının inhibisyon yüzdelerine düşük proteaz inhibisyon yüzdeleri tespit edilmiş, bunun dışında buğday gluteninin proteaz inhibisyon yüzdeleri hayvansal protein kaynaklarından balık unu ve balık hidrolizatından her dönemde yüksek bulunmuştur.



Şekil 7. Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine buğday gluteninin etkileri

Çizelge 7. Alabalık larvalarının proteaz aktiviteleri üzerine buğday gluteninin etkileri

Günler	Buğday Gluteni Proteaz İnhibisyon Yüzdeleri (%)
5	78,14±7,35
10	80,88±3,81
15	88,36±2,49
20	70,84±4,30
25	68,02±1,52
30	59,79±0,79
35	70,71±0,59
40	69,42±5,53
45	54,33±0,60
50	45,62±1,19

Balık unu yerine kısmen veya tamamen karışık bitki protein kaynakları (mısır glütini, buğday glütini, ekstruder bezelye ve tatlı beyaz bakla) kullanılan yemler ile beslemenin çipura (*Sparus aurata*) balıklarında spesifik olmayan savunma mekanizması ve oksidatif strese olan etkilerinin incelendiği bir çalışmada, balıklar 6 ay süre ile esansiyel amino asitlerle takviye edilmiş bitkisel yemler ile beslenmişlerdir. Protein kaynağı olarak sadece balık unu içeren kontrol grubu ile karşılaştırıldığında %50 ve %75 bitki proteini ikame oranlarında spesifik büyüme oranının değişmeden kaldığı veya çok az miktarda azaldığı belirtilmiştir. Tamamen bitki proteini içeren (%100) yem ile beslenen balıklarda yem alımı ve büyümenin azaldığı, yemden yararlanma oranının ise aynı kaldığı tespit edilmiştir (Sitja-Bobadilla ve ark., 2005).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gelişen balık üretim endüstrisi ile ihtiyacı giderek artan yem hammaddelerinden balık unu gereksinimini karşılamak, doğal stoklarındaki azalma sebebiyle zorlaşmış ve yem fiyatlarında artışa sebep olmuştur. Bunun sonucunda ise balık yemlerinde balık ununu ikame edecek sürdürülebilir alternatif protein kaynakları kullanımı ile ilgili çalışmalar yoğunlaşmıştır. Özellikle bitkisel yem hammaddeleri ucuz olması ve kolay temin edilebilmesinden dolayı yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Ancak yapılan çalışmalarda bitkisel hammaddelerinin belirli oranların üzerinde kullanılması durumunda, balıklarda büyümede azalma olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, bitkisel yem hammaddelerinden soya unu, ayçiçeği tohumu küspesi ve buğday gluteninin alabalıkların yumurtadan çıkışının 5. günden itibaren 50. güne kadar proteaz aktivitesi üzerineki inhibisyon etkileri belirlenmiştir.

Alabalık larvalarının yumurtadan çıkışını takiben ilk yemlemenin başladığı 15, 25. ve 40. günlerde balık ununun yüksek oranda inhibe edildiği, bu dönemde balık hidrolizatının daha düşük oranda inhibe edildiği tespit edilmiştir. Bu dönemde balık unu yerine balık hidrolizati kullanımının daha uygun olacağını çalışma sonuçları desteklemektedir.

Alabalık larvalarının yumurtadan çıkışını takiben 25. ve 30. günlerde balık unu en düşük inhibisyon değerlerini göstermiştir. Bu dönemlerde balık unu kullanımının alabalık larvalarının gelişiminde daha olumlu etki yarattığı gözlenmektedir.

Alabalık larvalarının yumurtadan çıkışını takiben 35. 45. ve 50. günlerde ayçiçeği tohumu küspesi çalışmadaki diğer yem hammaddelerine göre daha düşük inhibisyon değeri göstermiş olup, bu dönemde ayçiçeği tohumu küspesi kullanımının daha uygun olacağı ortaya konmuştur.

Soya unu çalışmada test edilen balık unu, balık hidrolizati ve ayçiçeği tohumu küspesi'nden tüm çalışma süresince yüksek oranlarda proteaz inhibisyon değerleri göstermiştir. Çalışma sonuçları alabalık larvalarının yumurtadan çıkışını takiben 10. ve 50. gün arasındaki dönemde soya ununun kullanımının uygun olmadığını göstermiştir.

Buğday gluteni bazı dönemlerde ayçiçeği tohumu küspesine göre düşük proteaz inhibisyon değerleri göstermiş olsa da, hayvansal yem hammaddelerinden balık unu ve balık hidrolizatından daha yüksek inhibisyon değerleri göstermiştir. Analizler alabalık larvalarının yumurtadan çıkışını takiben 10. günden 50. güne kadar olan dönemde buğday gluteni kullanımının uygun olmadığını göstermiştir.

KAYNAKLAR

- Akiyama, T. et al., 1995. Combination use of malt protein flour and soybean meal as alternative protein sources of fingerling rainbow trout diets. **Fisheries Science**, 61(5): 828-832.
- Ayadi, F.Y. et al., 2012. Alternative protein sources for aquaculture feeds. **Journal of Aquaculture Feed Science and Nutrition**, 4: 1-26.
- Atay, D. ve ark., 1979. Balık rasyonlarında balık unu yerine ayçiçeği ve pamuk tohumu küspeleri kullanılmasının balıkların kimyasal ve histopatolojik yapılarına etkileri. **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı**, 29: 690 - 707.
- Atay, D., 1987. İçsu balıkları ve üretim tekniği, **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları**, Ankara. No: 1035, 467 s.
- Balık, S. 1988. Türkiye tatlısu balıkları, **Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi**, No: 97, Bornova, İzmir.
- Bradford, M.M., 1976. A rapid sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, 72: 248-254.
- Buddington, R.K. Krogdahl, A., ve Bakke-Mckellep, A.M., 1997. The intestine of carnivorous fish: structure and functions and the relations with diet. *Acta Physiol. Scand.* 161: 67-80.
- Burke, J.M. et al., 1997. Effect of ruminant grade Menhaden fish meal on reproductive and productive performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80: 3386-3398.
- Carter, C.G. ve Hauler, R.C. 2000. Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture*, 185 (3-4): 299-311.
- Chakrabarti, I. et al., 1995. Digestive enzymes in 11 freshwater teleost fish species in relation to food habit and niche segregation. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, 112 (1): 167-177.
- Çaklı, Ş., B. Kılınç, T. Dinçer ve Ş. Tolasa, "Shelf life of New Culture Specie (*Diplodus puntazzo*) in Refrigerator," **Journal of Muscle Foods**, 19, 315-332 (2008).
- Çelikkale, M.S. 1994. İçsu balıkları yetiştiriciliği. **Karadeniz Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Fakültesi Yayınları**, Trabzon.

- Dabrowski, K., Poczyczynski, P., Köck, G., Berger, B. Effect of partially or totally replacing fish meal protein by soybean meal protein on growth, food utilization and proteolytic enzyme activities in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). New *in vitro* test for exocrine pancreatic secretion. *Aquaculture*, 77 (1): 29-49.
- De Silva, S.S.; Anderson, T.A. Fish nutrition in aquaculture. London : Chapman and Hall, 1994. 254p.
- Demir, N. 1992. İhtiyoloji. **İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi** Yayın No: 219, 391 s.
- Demir, N., Meriç, İ., Kolsarıcı, N. Ve Keskin, E., 2010. Sazan balığı (*Cyprinus carpio*) beslenmesinde protein kaynağı olarak ayçiçeği Tohumu Küspesi kullanımının büyümeye etkileri ve balıkların dondurulmuş muhafazası sonucu et bileşimi ve yağ asitleri profilinde oluşan değişimler. **Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu**, Ankara.
- Eken, H., 2004. Ayçiçeği. **Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü** T. E. A. E- Bakış, 5 (11), 1- 4
- El Sayed, A.F.M., 1999. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. *Aquaculture*, 179 (1-4): 149-168.
- Gatlin, D. M., Barrows, F. T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T. G., Hardy, R. W., Herman, E., Hu, G., Krogh, Å., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., J Souza, E., Stone, D., Wilson, R. ve Wurtele, E., 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research*, 38: 551-579.
- Garcia-Carreno, F.L. 1996. Proteinase inhibitors. *Trends Food Sci. Technol.*, 7: 197-204.
- Geldiay, R., ve Balık, S. 1988. Türkiye Tatlısu Balıkları. **Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları** No:46, 532 s.
- Gill, N., Higgs, D.A., Skura, B. J., Rowshandeli, M., Dosanjh, B., Mann, J. ve Gannam, A.L., 2006. Nutritive Value of Partially Dehulled and Extruded Sunflower Meal for Postsmolt Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in Sea Water. **Aquaculture Research**, 37; 1348- 1359.
- Halver, J.E., 1989. Fish Nutrition, **Academic Press Sandiego**.
- Hardy, R. W., 1996. Alternate protein sources for salmon and trout diets. **Anim. Feed Sci. And Tech.**, 59 (1-4): 71-80.
- Hidalgo, M.C., Urea, E., Sanz, A., 1999. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. 170 (3-4): 267-284.

- Kim, S.W. and Easter, R.A., 2001. Nutrient mobilization from body tissues as influenced by litter size in lactating sows. *J. Anim. Sci.*, 79:2179-2186.
- Kolkovski, S., Tandler, A. , Kissil, W and Gertler, A., 1993. The effect of dietary exogenous enzymes on ingestion, assimilation, growth and survival of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) larvae. *Fish Physiol. Biochem.*, 12: 203-209.
- Kolkovski, S., Koven, W. and Tandler, A., 1997. The mode of action of Artemia in enhancing utilization of microdiet by gilthead seabream *Sparus aurata* larvae. *Aquaculture*, 155: 193-205.
- Korkut, A.Y., Yıldırım, Ö. 2003. Türkiye’de Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Yetiştiricilikte Alternatif Yem Kaynakları, **Ege Üniv., Su Ürünleri Fak., Su Ürünleri Dergisi**, Cilt 20, Sayı 1-2-, 247-255. - 2003
- Larsen, B.K., Dalsgaard, J., Pedersen, P.B., 2012. Effects of plant proteins on postprandial, free plasma amino acid concentrations in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). 326-329: 90-98.
- Lozano, .B.S., Vidal, A.T., Llorens, A.T., Merida, S.N., Blanco, J.E., Lopez, M.P.T. ve Cerda, M.J., 2007. Growth and economic profit of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fed sunflower meal. *Aquaculture*, 272, 528-534.
- Lundstedt, L.M., Melo, J.F.B., Santos-Neto, C., Moraes, G., 2002. Diet influences proteolytic enzyme profile of the South American catfish *Rhamdia quelen*. *Proceedings of International Congress on the Biology of Fish, Biochemistry and Physiology Advances in Finfish Aquaculture*, Vancouver, Canada, pp. 65–71.
- Melo, J.F.B., Lundstedt, L.M., Meton, I., Baanante, I.V., Moraes, G., 2006. Effects of dietary levels of protein on nitrogenous metabolism of *Rhamdia quelen* (Teleostei: Pimelodidae). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 145 (2): 181-187.
- Merida, S.N., Vidal, A.T., Llorens, S.M. ve Cerda, M.J., 2010. Sunflower meal as a partial substitute in juvenile Sharpsnout Seabream (*Diplodus puntazzo*) diets: aminoacid retention, gut and liver histology. *Aquaculture*, 298, 275-281.
- Munilla-Moran, R., Stark, J.R., Barbour, A. 1990. The role of exogenous enzymes in digestion in cultured turbot larvae (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture*, 3-4: 337-350.

- Olvera-Novoa, M. A., Olivera-Castillo, L. and Martínez-Palacios, C. A. (2002), Sunflower seed meal as a protein source in diets for *Tilapia rendalli* fingerlings. **Aquaculture Research**, 33: 223–229.
- Öztürk, A. ve Atay, D., 1980. Alabalık Rasyonlarında Balık Ununun Bir Kısım Yerine Pamuk Tohumu Küspesi ve Ayçiçeği Tohumu Küspesinin Ayrı Ayrı ve Birlikte Kullanılma Olanakları. **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı**, 24 -251.
- Piper, R.G., 1982. Fish hatchery management. **Washington, D.C. :U.S. Dept. of the Interior, Fish and Wildlife Service**,1986.
- Ponce, L.E. and Gernat, A.G.,2002. The Effect of Using Different Levels of Tilapia By-Product Meal in Broiler Diets. **Poultry Science**, 81 (7):1045-1049.
- Pongmaneerat, J., Watanabe, T., Takeuchi, T., Satoh, S.,1993. Use of different protein meals as partial or total substitution for fish meal in carp diets. **Nippon Suisan Gakkaishi**, 59: 1249-1257
- Reichle, G.,1980. Soybean meal as a substitute for herring meal in practical diets for rainbow trout. **Prog. Fish. Cult.**, 42: 103-106
- Rodehutsord, M.,1995. Effects of supplemental dietary L-carnitine on the growth and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed high-fat diets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, 73: 276–279.
- Sanz, A.,Morales, A.E., Higuera, M. De la., ve Gardenete, G. 1994. Sunflower Meal Compared with Soybean Partial Substitutes for Fish Meal in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Diets: **Protein and Energy Utilization. Aquaculture**, 128: 287-300.
- Schmidtsdorff, W. 1995 Fish meal and fish oil – not only by-products. In: Fish and Fishery Products (ed. A.Ruiter), pp. 347 376. **CAB International, Wallingford**.
- Sitjà-Bobadilla, A., Peña-Llopisa, S., Gómez-Requena, P., Médale, F., Kaushik, S., Pérez-Sánchez, J. 2005. Effect of fish meal replacement by plant protein sources on non-specific defence mechanisms and oxidative stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, 249 (1-4): 387-400.
- Tacon, A.G.J. (1993) Feed ingredients for warmwater fish, fishmeal and other processed feedstuffs. **FAO Fisheries Circular No. 856**. FAO: Rome, 64 pp.

- Tacon, A.G.J. (1998). Global trends in aquaculture and aquafeed production. In: International Aquafeed Directory and Buyers' Guide 1997/1998, Turret Rai Group PLC, Rickmansworth, UK. pp. 5-37.
- Thiessen, D.L., 2004. Optimization Of Feed Peas, Canola And Flaxseed For Aqua Feeds: **The Canadian Prairie Perspective**. In: Cruz Suarez, L.E., Ricque Marie, D., Nieto Lopez, M.G., Villarreal, D., Scholtz, U.Y., Gonzalez, M., Avances En Nutricion Acuicola VII. Memorias Del VII. Simposium Internacional De Nutricion Acuicola. 16-19 Noviembre, 2004. Hermosillo, Sonora, Mexico.
- Tomas, A., De La Gandara, F., Garcia – Gomez, A., Perez, L. and Jover, M., 2005. Utilization of Soybean Meal as An Alternative Protein Source in The Mediterranean Yellowtail, *Seriola dumerili*. **Aquaculture Nutrition**, 11: 333-340.
- Waldroup, P.W. and Adams, M. H. 1999. Evaluation of the Phosphorus Provided by Animal Proteins in the Diet of Broiler Chickens. *J Appl Poult Res* (1994) 3 (3):209-218.
- Walter, H.E., 1984. Proteinases: methods with hemoglobin, casein and azocoll as substrates. **Methods of Enzymatic Analysis**, 5: 270-277.
- Watanabe, T. 1993. Importance of docosaheptaenoic acid in marine larval fish. **Journal of the World Aquaculture Society**, 24: 152–161.
- Watanabe, T. ve Pongmaneerat, J. 1993. Potential of soybean meal as a protein source in extruded pellets for rainbow trout.
- Watanabe, T. 2002. Strategies for further development of aquatic feeds. **Fisheries Science**, 68: 242–252.
- Webster, C.D., Tiu, L.G. and Morgan, A.M. 1999. Effect of partial and total replacement for fish meal on growth and body composition of sunshine bass *Morone chrysops* × *Morone saxatilis* fed practical diets. **J. of World Aquaculture**, 30: 443-453.
- Yamamoto, T. ve Akiyama, T., 1991. Substitution of soybean meal for white fish meal in a diet for fingerling rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Bull. Natl. Inst. Aquaculture**, 20: 25-32.

- Zambonino-Infante, J.L. ve Cahu, C.L., 1994. Influence of diet on pepsin and some pancreatic enzymes in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, 109 (2): 209-212.
- Zambonino-Infante, J.L. ve Cahu, C.L. 2001. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. **Aquaculture**, 200(1-2) : 161-180.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Kahramanmaraş'ta doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Kahramanmaraş'ta tamamladı. 2005 yılında kazandığı Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinden 2010 yılında mezun oldu. 2011 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başlamış olup halen eğitime devam etmektedir.