



**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*)
DİYETLERİNDE FARKLI DÜZEYLERDE FINDIK
YAĞI KULLANIMININ BÜYÜME PERFORMANSI,
YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU VE
E VİTAMİNİ İÇERİĞİNE ETKİSİ**

Süheyla MUSLU

**Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Murat ARSLAN
2017
Her Hakkı Saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) DİYETLERİNDE
FARKLI DÜZEYLERDE FINDIK YAĞI KULLANIMININ
BÜYÜME PERFORMANSI, YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU VE E
VİTAMİNİ İÇERİĞİNE ETKİSİ**

Süheyla MUSLU

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM
2017

Her Hakkı Saklıdır



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



TEZ ONAY FORMU

**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) DİYETLERİNDE FARKLI
DÜZEYLERDE FINDIK YAĞI KULLANIMININ BÜYÜME PERFORMANSI
YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU VE E VİTAMİNİ İÇERİĞİNE ETKİSİ**

Prof. Dr. Murat ARSLAN danışmanlığında, Süheyla MUSLU tarafından hazırlanan bu çalışma 01/12/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Murat ARSLAN

İmza :

Üye : Prof. Dr. Cüneyt SÜZER

İmza :

Üye : Prof. Dr. Saltuk B. CEYHUN

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 28.12.2017 tarih ve 51./...35 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projesi kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: 2010/2

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) DİYETLERİNDE FARKLI DÜZEYLERDE FINDIK YAĞI KULLANIMININ BÜYÜME PERFORMANSI, YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU VE E VİTAMİNİ İÇERİĞİNE ETKİSİ

Süheyla MUSLU

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Murat ARSLAN

Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerinde, balık yağına alternatif olarak farklı düzeylerde fındık yağı kullanılmıştır. Kazein-jelatin tabanlı hazırlanan diyetlerde tamamen balık yağının yerini alacak şekilde kademeli olarak artan 4 farklı düzeyde [%0 (kontrol; FY0), %33,3 (FY5), %66,6 (FY10), %100 (FY15)] fındık yağı kullanılmıştır. Başlangıç ağırlıkları yaklaşık 1 g olan alabalık yavruları 3 tekrarlı olarak denemeye alınmış olup 6 haftalık deneme sonunda balıkların büyüme performanslarının deneysel diyetlerden önemli derecede etkilendiği görülmüştür ($P<0,05$). En iyi büyüme FY10 yemi ile beslenen balıklarda görülürken en düşük büyüme ise FY15 grubunda gözlenmiştir. Yem değerlendirme katsayısı ortalama 1,2 yaşama oranı ise ortalama %88,5 olarak tespit edilmiş olup her iki parametre de deneysel yemlerden önemli derecede etkilenmemiştir ($P>0,05$). Balıkların yağ asidi içeriği; diyetlerin yağ asidi içeriğini yansıtmış olup deneysel diyetlerden önemli derecede etkilenmiştir ($P<0,05$). Balıkların tüm vücut yağlarındaki oleik asit (18:1n-9; OA) miktarı, yemdeki fındık yağı miktarı ile doğru orantılı olarak artmıştır. En düşük OA %20,0 oranı ile FY0 grubunda görülürken, bu oran %61,3 ile FY15 grubunda en yüksek seviyeye çıkmıştır. Yemde fındık yağı arttıkça balıkların tüm vücut yağlarındaki eikosapentaenoik asit (20:5n-3; EPA) ve dokosaheksaenoik asit (22:6n-3; DHA) miktarı OA miktarının aksine düşüş göstermektedir. En yüksek EPA ve DHA miktarları sırasıyla %8,6 ve %15,2 oranları ile FY0 diyeti ile beslenen balıklarda görülürken bu değerler FY15 yemi beslenen balıklarda %0,5 ve %2,0'ye düşmüştür. Tüm vücut E vitamini içerikleri $112,5\pm11,2$ µg/g olarak tespit edilmiş ve deneysel yemlerden önemli derecede etkilenmemiştir ($P>0,05$). Bununla birlikte yemde fındık yağının artışı ile balıkların E vitamini içeriğinde bir artış eğilimi görülmüştür. Çalışmamızın sonucuna göre balıklarda büyüme ve EPA+DHA içeriği bakımından yetiştiricinin önceliklerine göre gökkuşığı alabalığı yemlerinde balık yağının fındık yağı ile %33 ile %66 arasında ikame edilebileceği düşünülmektedir.

2017, 44 sayfa

Anahtar Kelimeler: Gökkuşığı alabalığı, Fındık yağı, Yağ asitleri, E vitamini

ABSTRACT

Master Thesis

INFLUENCE OF DIETARY HAZELNUT OIL LEVEL ON GROWTH PERFORMANCE, FATTY ACID PROFILE AND VITAMIN E CONTENT IN RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*)

Süheyla MUSLU

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Murat ARSLAN

In the present study, different levels of hazelnut were used in the diet for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Hazelnut oil gradually substituted fish oil in 4 experimental casein-gelatin based diets [%0 (kontrol; FY0), %33,3 (FY5), %66,6 (FY10), %100 (FY15)]. Juveniles with approximately 1g fed the experimental diets for 6 weeks in triplicates. At the end of the feeding trial, growth performance was significantly affected by the experimental diets ($P<0.05$). The highest growth was achieved in the fish fed FY10 diet while those fed FY15 diet showed the lowest growth. The feed efficiency ratio and survival rate averaged 1.2 and 88.5%, respectively with no significant difference among the treatments. The proximate composition of the whole body fish was not influenced by the experimental diets. The fatty acid composition of fish reflected the fatty acid composition of the diets with significant differences among the treatments ($P<0.05$). Oleic acid (18:1n-9; OA) amount in fish increased with the increasing hazelnut oil in the diet. The lowest OA (20.0%) was detected in fish fed FY0 diet while highest (61.3%) was observed in those fed FY15 diet. Hazelnut oil inclusion caused a decreased in eicosapentaenoic acid (20:5n-3; EPA) and docosahexaenoic acid (22:6n-3; DHA). The highest EPA (8.6%) and DHA (15.2%) was observed in fish fed FY0 diet while the lowest values were 0.5% and 2.0% in fish fed FY15 diet, respectively. Vitamin E content of the fish averaged 112.5 µg/g with no statistical differences among the treatments. However, whole body vitamin E content tended to increase with the increasing level of dietary hazelnut oil. Our overall results suggest that hazelnut oil can substitute fish oil between 33 and 66% depending on the priority in terms of growth and EPA+DHA content of the fish.

2017, 44 pages

Keywords: Rainbow trout, Hazelnut oil, Fatty acids, Vitamin E

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin konusunun belirlenmesi, planlanıp yürütülmesi ve tez haline getirilmesinde bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Murat ARSLAN'a laboratuvar çalışmaları ve tez yazım aşamalarında yardımlarıyla yanımda olan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda olan öncelikle eşime ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Süheyla MUSLU

Aralık , 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Araştırma yeri.....	16
3.1.2. Üretim sistemi	16
3.1.3. Balık ve yem materyali.....	17
3.2. Yöntem	20
3.2.1. Deneme planı ve balıkların beslenmesi.....	20
3.2.2. Büyüme performansı ve yem değerlendirilmesi.....	21
3.2.3. Lipid ve yağ asidi analizleri	21
3.2.4. Gaz kromatografisi koşulları	23
3.2.5. E vitamini tayini	24
3.2.6. İstatistiki analizler	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	25
4.1. Büyüme Performansı.....	25
4.2. Proksimet Kompozisyon	26
4.3. Yağ Asidi Kompozisyonu	26
4.4. E Vitamini İçeriği.....	34
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	36
KAYNAKLAR	40
ÖZGEÇMİŞ	45

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

18:1n-9	: Oleik asit (OA)
18:2n-6	: Linoleik asit (LA)
18:3n-3	: Linolenik asit (LNA)
20:4n-6	: Araşidonik asit (ARA)
20:5n-3	: Eikosapentaenoik asit (EPA)
22:6n-3	: Dokosaheksaenoik asit (DHA)
ÇDYA	: Çoklu doymamış yağ asitleri
DYA	: Toplam doymuş yağ asidi
FAO	: Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
HUFA	: Yüksek oranda doymamış yağ asitleri
n-3	: Omega-3 yağ asidi
n-6	: Omega-6 yağ asidi
P	: Önem seviyesi
PUFA	: Uzun zincirli çoklu doymamış omega-3 yağ asitleri
TDYA	: Tekli doymamış yağ asidi
TÜİK	: Türkiye istatistik kurumu
UZ-ÇDYA	: Uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Besleme denemesinin yürütüldüğü üretim sistemi	17
Şekil 3.2. Denemede kullanılan yem materyalinin hazırlanışı	19
Şekil 3.3. Denemede kullanılan yemlerin kurutulma aşaması.....	19
Şekil 3.4. Deneme tanklarında bulunan gökkuşığı alabalığı yavrularına verilen diyet grupları.....	20
Şekil 4.1. Deneysel yemlerdeki oleik asit oranının değişimi.....	28
Şekil 4.2. Deneysel yemlerdeki EPA oranının değişimi.....	29
Şekil 4.3. Deneysel yemlerdeki DHA oranının değişimi.....	29
Şekil 4.4. Altı hafta boyunca farklı oranlarda findık yağı içeren yemlerle beslenen gökkuşığı alabalığı yavrularının tüm vücut yağlarına ait OA oranı (%)	33
Şekil 4.5. Altı hafta boyunca farklı oranlarda findık yağı içeren yemlerle beslenen gökkuşığı alabalığı yavrularının tüm vücut yağlarına ait EPA oranı (%).....	33
Şekil 4.6. Altı hafta boyunca farklı oranlarda findık yağı içeren yemlerle beslenen gökkuşığı alabalığı yavrularının tüm vücut yağlarına ait DHA oranı (%).....	34
Şekil 4.7. Altı hafta boyunca deneysel yemlerle beslenen gökkuşığı alabalığı yavrularının tüm vücut E vitamini içerikleri	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan deneysel diyetlerin kompozisyonu (%).....	18
Çizelge 4.1. Altı hafta boyunca farklı oranlarda fındık yağı içeren yemlerle beslenen gökkuşuğı alabalığı yavrularına ait büyüme parametreleri.....	25
Çizelge 4.2. Altı hafta boyunca farklı yağ kaynakları içeren yemlerle beslenen gökkuşuğı alabalığı yavrularının proksimet kompozisyonu	26
Çizelge 4.3. Çalışmada kullanılan deneysel diyetlerin yağ asidi kompozisyonu (%)	27
Çizelge 4.4. Altı hafta boyunca farklı oranlarda fındık yağı içeren yemlerle beslenen gökkuşuğı alabalığı yavrularının tüm vücutlarına ait yağ asidi kompozisyonu (%).....	31

1. GİRİŞ

Son yıllarda bilinçsiz ve aşırı avlanma yüzünden denizlerden ve okyanuslardan çıkarılan balık miktarında ciddi bir azalma görülmesine rağmen, su ürünlerine olan talep giderek artış göstermektedir. Bu talebi karşılamak için kültür balıkçılığı ile elde edilen ürün miktarında önemli bir artış olduğu görülmektedir. Bu artış sonucunda su ürünleri yetiştiriciliğini Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) dünyada en hızlı büyüyen gıda üretim sektörü olarak tanımlamış ve dünyanın hemen hemen her yerinde gelişen ve yaygınlaşan bir üretim olduğunu belirtmiştir (Subasinghe *et al.* 2009).

Su ürünleri yetiştiriciliği bütün dünyada olduğu gibi Türkiye'de de en hızlı büyüyen hayvansal gıda üretim sektörüdür. Çiftliklerde yetiştirilen dünya su ürünleri üretimi son 30 yılda 12 kat artarak yıllık ortalama %9 hızla büyümüştür (FAO 2016). Ülkemizdeki su ürünleri yetiştiriciliğinden elde edilen üretim 2003 yılında 80 bin ton iken, 2015 yılında 240 bin tona ulaşmıştır (TÜİK 2016). Halen ülkemizin Avrupa Birliği ülkelerine satabildiği tek hayvansal ürün su ürünleridir. Artan üretim miktarı, paralelinde yem ihtiyacında artışı da beraberinde getirmektedir.

Dünyada su ürünleri yetiştiriciliğinin hızla artışı ve su ürünlerinin fonksiyonel bir besin kaynağı olması ülkemizde de özellikle son on yıl içerisinde bu alana olan ilginin artmasını sağlamıştır (Hoşsu *et al.* 2001). Bu gelişmeler gıda üretiminin artmasına, daha iyi beslenme olanakları yaratılmasına ve halk sağlığının gelişmesine, gelir sağlanmasına, döviz girdisinin artmasına, doğal balık avcılığına olan baskının azalmasına, düşük ekonomik değere sahip deniz sahalarının besin üretimine katkıda bulunmasına yardımcı olmaktadır (Anonim 1993).

Denizler ve iç sular yönünden zengin olan ülkemizde dünya pazarlarında oluşan değişimler ve çeşitli gereksinimler su ürünleri üretiminin, avcılıkla elde edilen balık miktarının maksimum verilere ulaşması ve hatta azalmaya başlaması su ürünleri tüketiminin sağlık yönünden öneminin daha iyi kavranmasını, tüketiminin ve işleme

teknolojilerinin iyileştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Tüm dünyada giderek artan su ürünleri ihtiyacını karşılamak için su ürünleri sektörü giderek gelişmektedir. Yetiştiricilik sektöründeki hızlı büyüme artan yem ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Kültür balıkçılığında ihtiyaç duyulan yemin sadece doğal kaynaklardan karşılanabilmesinin zorluğu ve yüksek maliyeti, alternatif olarak sürekli bulunabilecek ve daha ekonomik olabilecek yemlerin teminini zorunlu hale getirmiştir (Lovell 1989; Yanık 2010).

Başarılı su ürünleri yetiştiriciliği, gelişen teknolojinin yanı sıra, ele alınan türün ideal gelişimi için gerekli besin maddelerinin uygun oranlarda hazırlanmasıyla sağlanabilir (Hoşsu *et al.* 2001).

Gökkuşluğu Alabalığı çevre koşullarına uyumlu olmasının yanı sıra diğer balıklara göre daha yüksek sıcaklıklara dayanıklı olması ve optimum yemlenme koşulları altında etkin gelişim göstermesi sebebi ile su ürünleri yetiştiriciliğinde çok yaygın şekilde tercih edilmektedir. Ayrıca diğer alabalık türlerine nazaran daha kısa bir kuluçka dönemine sahip olması, sağım, döl alımı, yavruların yapay yemlerle beslenebilme ve büyütme işlemlerinin daha kolay olması ekonomik açıdan tercih nedenleri arasındadır (Çelikkale 1988).

Su ürünleri insan sağlığı için çok önemli olan, zengin mineralli, kolay sindirilebilir yüksek kaliteli protein ve omega-3 (n-3) yağ asitlerini ihtiva eden çok değerli bir gıdadır. Kalp hastalıklarına dayalı ani ölüm riski, sinirsel bozukluklar ve Alzheimer hastalığını da içine alan değişik birçok hastalığa karşı koruyucu etkisi olduğu bilinen bu yağ asitleri insan sağlığı açısından çok önemlidir. Bu hastalıklardan korunmak için haftada 3,5 g n-3 yağ asidi tüketmek gerektiği uzmanlar tarafından bildirilmektedir. Bahsedilen yağ asitleri ancak su ürünlerinden karşılanabilmektedir (ISSFAL, 2004).

Su ürünleri yemlerinin ana hammaddelerini balık unu ve balık yağı oluşturmaktadır. Ancak dünyada balık unu ve balık yağı üretiminin sınırlı olması, su ürünleri yemlerinde yeni hammaddelerin arayışını zorunlu hale getirmiştir. Sürdürülebilir su ürünleri üretimi

ancak bu şekilde sağlanabilecektir. Ülkemizde çok önemli üretim potansiyeli olan çok değerli bu hayvansal gıdanın sürdürülebilir şekilde üretiminin artarak devam ettirilmesi adına dünyadaki gelişmelere paralel olarak alternatif yem hammaddeleri üzerinde çalışmaların da artış göstermesi gerekmektedir.

Balıklar metabolizmaları için oldukça önemli olan balık unu ve balık yağını yemlerden almaları gerekmektedir. Balıkların ihtiyacı olan enerji ve esansiyel yağ asitlerinin temel kaynağı yemlerde kullanılan balık yağıdır. Balık yağının doymuş yağ asidi oranı %20, doymamış yağ asidi oranı ise %80' dir. Doymamış yağ asitlerinin büyük çoğunluğu uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşur (UZ-ÇDYA) (Sargent *et al.* 1999). Bunun aksine, bitkisel yağlar Omega-6 (n-6) çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA) serisindeki doymamış yağ asitleri bakımından daha zengindirler (Geurden *et al.* 2005; Rinchart *et al.* 2007; Valente *et al.* 2007).

Balıkların beslenmesinde; lipitler bakımından yeterli ve maliyeti düşük olan yemlerin hazırlanabilmesi için balıkların özellikle esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarının doğru bir şekilde tespit edilmesi çok önemlidir. Değişik balık türlerinde ihtiyaç duyulan lipit kaynaklarının ve lipit metabolizmasının, fiziksel, kimyasal özelliklerinin ve biyolojik etkinliklerinin detaylı olarak bilinmesi gerekmektedir.

Alabalıklar karnivor oldukları için karbonhidratları enerji kaynağı olarak kullanamazlar. Dolayısıyla bu balıkların yemlerinde yağlar önem kazanmaktadır. Bu durumda enerji kaynağı olarak yağlar kullanılırken, büyümek için proteinin kullanılması hedeflenmektedir. Protein koruma etkisi olarak adlandırılan bu olgu, ekonomik olarak da fayda sağlamaktadır. Balık yetiştiriciliğinde, günümüze kadar balık unu ve balık yağı hammadde olarak kullanılması ve kültür balıkçılığının sürekli artış göstermesi sonucunda, beslemede balık unu ve balık yağının yetersiz kalacağı anlaşılmış olup son zamanlarda alternatif protein ve yağ kaynağı arayışı başlamıştır (Olsen *et al.* 2003).

Tarımsal üretim potansiyeli yüksek olan ülkemizde n-6 bakımından zengin olan bitkisel yağların üretimi yapılmaktadır. Yavru balıkların yemlerinde yer alan ve n-3 yağ

asitlerinin kaynağı olan balık yağı, n-6 yağ asitlerinin kaynağı olan bitkisel yağların balıkların büyüme performansına etkisi ile ilgili araştırmalar ülkemizde son yıllarda önem kazanmaya başlamış olmasına rağmen, yapılan araştırmaların yetersiz olduğu görülmüştür (Yıldız ve Şener 1997; Polat ve Beklevik 1999; Yıldız *et al.* 2000; Arslan *et al.* 2012).

Sürdürülebilir ve ekonomik bir yem sanayinin oluşturulabilmesi için balık yemlerinde balık yağına alternatif, sağlıklı ve balığın yağ asidi ihtiyacını karşılayabilecek yağ kaynaklarının bulunması, sektördeki giderlerin azaltılması ve ülke ekonomisine katkı sağlanması açısından önemlidir. Bu nedenle son yıllarda balık besleme üzerine yapılan çalışmalarda, temini kolay, ekonomik ve yağ asitlerince zengin bitkisel yağ kaynaklarının (mısır, ayçiçeği, keten tohumu, vb.) değerlendirilmesi üzerine birçok çalışma yapılmıştır (Turchini *et al.* 2009).

Dünya'nın fındık üretimi için gerekli uygun hava koşullarına sahip bir kaç ülkesinden biri olan Türkiye, toplam Dünya üretiminin %75'ini, ihracatının ise %70-75'ini gerçekleştirmektedir (Anonim 2016a). Türkiye'nin fındık üretimi 2014 yılında 450 000 ton iken 2015 yılında 646 000 tona ulaşmıştır (TÜİK 2015). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2000 yılında 540 bin hektar olan fındık ekim alanları, 2014 yılında 701 bin hektara ulaşarak 2000 yılına oranla %30'luk bir artış yaşanmıştır. Bu açıdan bakıldığında ülkemiz fındık yağı üretim potansiyeli yüksektir. Son yıllarda fındık yağı Türkiye'de insan tüketimine sunulmuş ve gittikçe yaygınlaşmıştır. Son on yıllık ortalama veriler dikkate alındığında; ülkemiz üretimi 561 bin ton (%68), diğer ülke üretimleri ise 270 bin ton (%32) civarında olduğu görülmektedir (Anonim 2016b).

Fındık yağının yaklaşık %70-80 oranında oleik asitten (18:1n-9) oluştuğu bildirilmiştir (Arslan *et al.* 2012). Türkiye'de hızla gelişen yem sanayinin, yağca zengin hammadde gereksinimini karşılaması için, üretimin artırılması yanında, yurdumuzda üretilen ancak henüz yemlerde kullanım olanaklarının bulunup bulunmadığı ya da ne ölçüde kullanılabileceği bilimsel olarak saptanmamış bitkisel yağ hammaddeleri üzerinde durulması gerekmektedir. Fındık yağının da bu nedenle ülkemiz için uygun bir bitkisel

yağ kaynağı olduğu düşünölmektedir. Fındık yağı balık yemlerinde ilk kez ölkemizde kullanılmış ve tek başına lipit kaynağı olarak kullanılan fındık yağının kahverengi alabalıklarda büyüme geriliğine sebep olduğu belirtilmiştir (Arslan *et al.* 2012). Bu nedenle mevcut çalışmamızda, gökkuşuğı alabalığı diyetlerinde farklı düzeylerde kullanılan fındık yağının büyüme performansı, yağ asidi kompozisyonu ve E vitamini içeriğine etkisi araştırılmıştır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Vücudumuzdaki her hücre zarında bulunan esansiyel yağ asitleri, hücre zarının görevini yerine getirmesini sağlamaktadır. Ayrıca taşınabilme, depolanabilme ve koruyucu özelliğinin yanı sıra yağda eriyen vitaminlerin kaynağı olarak vücutta önemli fonksiyonları vardır. Ayrıca balıklarda hormon aktivitesine sahip olan prostoglandinlerin hammaddesi uzun zincirli doymamış yağ asitleridir (Çetinkaya 1989).

Bitkisel yağlar 18 karbonlu ÇDYA'lar bakımından zengin olmasına rağmen UZ-ÇDYA'larca fakirdir. Deniz balıklarının UZ-ÇDYA'larına özellikle eikosapentaenoik asit (20:5n-3; EPA) ve dokosaheksaenoik asit (22:6n-3; DHA)'e ihtiyaçları çok olduğu için 18 karbonlu ÇDYA'ların 20 ve 22 karbonlu UZ-ÇDYA'larına biyo çevirimini yapamazlar (Sargent *et al.* 2002; Bandarra *et al.* 2011). Dolayısıyla, bitkisel yağlar balık dokusundaki EPA ve DHA içeriğini azaltabilir ve linoleik asit (18:2n-6; LA) birikimini önemli derecede artırabilmektedir (Torstensen *et al.* 2000; Bell *et al.* 2001; Bell *et al.* 2003; Bandarra *et al.* 2011). Bitkisel yağlar yüksek seviyede ÇDYA, düşük seviyede UZ-ÇDYA içerdiklerinden dolayı; balık yağının yerine tek veya birkaç bitkisel yağ kullanıldığı zaman, balık gelişimini ve balığın yemden yararlanmasını azalttığı (DeSilva *et al.* 1997; Bransden *et al.* 2005; Kim *et al.* 2006; Dantagnan *et al.* 2007; Bandarra *et al.* 2011) ve yağ asidi metabolizmasını değiştirdiği görülmektedir (Aguiar *et al.* 2011; Bandarra *et al.* 2011). Lipogenezi sıkıca düzenleyen yemdeki lipid profilidir. Yemdeki proteinin ve karbonhidratın uyarıcı etkisinin olmasına rağmen, yağların özellikle de ÇDYA'ların ilavesi, balıklarda (Alvarez *et al.* 2000; Bandarra *et al.* 2011) ve memelilerde (Bandarra *et al.* 2011) lipogenik enzim aktivitesini ve yağ asidi sentez miktarını azaltır. Yağ içeriği fazla olan yemler, levrek (Bautista *et al.* 1988) gibi deniz balıklarında ve salmonlarda (Ge'lineau *et al.* 2001) bazı lipogenik enzimlerin faaliyetini azaltırken Senegal dil balığı ve kalkan gibi yassı balıkların çok etkilenmediği görülmüştür (Se'rot *et al.* 2001; Dias *et al.* 2004). Lipit bakımından zengin olan diyetler, denizlere nazaran iç sularda daha az olmasından dolayı; lipogenik kapasite iç su türlerinde daha yüksektir. Deniz balıkları lipid bakımından zengin diyetleri doğal

olarak tükettiği için önemli bir yere kadar yağ asitlerini yeniden biyosentezleyemez (Tocher *et al.* 2003; Bandarra *et al.* 2011). Tatlı su balıklarının larvalarının beslenmesinde Linolenik asit (18:3n-3; LNA) ve LA'nın dengeli bir şekilde bulunması optimal yaşama oranını sağlamaktadır (Higgs *et al.* 1992). Yine aynı şekilde LNA, Araşidonik asit (20:4n-6; ARA) ve EPA yağ asitleri tatlı su balıklarının yumurtalarındaki kaliteyi arttırdığı görülmektedir (Pickova *et al.* 1997).

Balık yağında temel olarak EPA ve DHA olmak üzere iki çeşit doymamış yağ asidi bulunur. Bu yağ asitleri birden fazla çift bağ taşıyan karbona sahip olduğu için n-3 doymamış yağ asitleri olarak adlandırılırlar. İnsan sağlığı açısından çok önemli olan UZ-ÇDYA sadece su ürünlerinin yapılarında yer almaktadır (Sağlık 1994; Okumuş 2000).

Günlük yaşantının sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi ve vücudun iyi çalışması için n-3 (LNA, EPA, DHA) ve n-6 (LA, ARA) yağ asitleri önem taşımaktadır (Baysal 2004). n-6 yağ asitleri mısır, ayçiçeği, yer fıstığı, susam gibi gıdalarda bulunurlar ve bunlar ağırlıklı olarak yağ üretiminde kullanılırlar. Mısırozü yağı, ayçiçeği yağı, soya yağı, yer fıstığı yağı, susam yağı, üzüm çekirdeği yağı; n-6 yağ asidinin asıl kaynağını oluşturmaktadır. n-3 yağ asitleri içeriği yüksek olan yiyecekler ve yağlar ise; soğuk sulara yaşayan somon gibi yağlı balıklar; sardalya, uskumru, ton balığı gibi yağlı balıkların yağından elde edilen balık yağı preparatlar; keten tohumu, kanola, ceviz, soya, badem ve bunların yağları; ayrıca yeşil yapraklı bitkilerdir. Bu besinler özellikle yeşil yapraklı bitkilerden semizotu temel n-3 kaynağı olarak bilinmektedir ve yüksek oranda, n-3 yağ asitlerini içermektedir (Covington 2004; Arıman Karabulut ve Yandı 2006).

Balık yağları %20-30 oranında doymuş yağ asitlerini, %70-80 oranında da doymamış yağ asitlerini içermektedirler. Balık yağlarındaki çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarı %10-60'dır. Caballero *et al.* (2001) yaptıkları çalışmada balık yağı yerine kullanılan palmye, kolza ve soya, zeytinyağında balıklardaki büyüme parametrelerinde olumlu sonuçlar almış olup; bu bitkisel yağların farklı rasyonlarda kullanılabileceği

benimsenerek konunun diğer değişkenleri üzerinde araştırmalar yapılması gerektiğini önermiştir. (Brown *et al.* 2010) Gökkuşluğu alabalık yemlerinde kanola yağı ve balık yağını denediği araştırmada her iki grubun da yağ asidi profillerinin benzer olduklarını ve büyüme değerlerini de istatistikî olarak önemsiz bulmuştur.

Arslan *et al.* (2008) tarafından yapılan çalışmada, yağ kaynağı olarak OA, LNA, LA, balık yağı ve lesitin kullanarak hazırladıkları yemlerle besledikleri Güney Amerika kedi balıkları (*Pseudoplatystoma fasciatum*)’nda araştırma sonucu yaşama oranı yönünden gruplar arasında önemli bir farkın olmadığı tespit edilirken; soya lesitini ile beslenen grubun canlı ağırlık artışının diğer gruplardan önemli derecede yüksek olduğu kaydedilmiştir. Bununla birlikte analizler sonucunda içeriğinde lesitin olan yemlerle beslenen balıkların yağ miktarının diğer gruplardan önemli derecede düşük çıktığı tespit edilmiştir. Yine lesitin ile beslenen grubun büyüme oranı, spesifik büyüme oranı ve yaşama oranı bakımından da en yüksek değerin de lesitin ile beslenen grupta olduğu belirlenmiştir. Balıkların kas ve karaciğer yağ asidi kompozisyona bakıldığında, ARA seviyesinin; LA, OA ve lesitin karmasıyla hazırlanan yemle beslenen balıkların, balık yağı ve LNA ile hazırlanan yemle beslenen balıklardan önemli derecede yüksek olduğu da çalışmanın diğer sonuçlarından biri olarak değerlendirilmiştir.

Nematipour and Gatlin (1993) hibrit bir levrek türü (*Morone chrysops* dişi $\times$ *M.saxatilis* erkeği) juvenillerinde çeşitli yağları (safran, hindistan cevizi, keten, ringa balığı ve zeytin) kullanarak yaptıkları çalışmalarında, balıkların büyüme ve ağırlık kazançlarını daha fazla artıran yağın balık yağı olduğu ve bu balıklarda ölümün olmadığını belirtmiştir. Yeterince büyüemeyen çalışma gruplarında ise; deri üzerinde kanamaların olduğu, kuyruk yüzgeçlerinde erozyonların görüldüğü ve ölüm oranlarının %80’e çıktığı belirtilmiştir. Diyetlerdeki yağ içeriklerinin, balık vücudunda yağ ve yağ asidi içeriğini değiştirdiğini, fakat hindistan cevizi yağı eklenmiş yemlerle yetiştirilen balıklarda bu etki gözlenmediği vurgulanmıştır. Bunun yanı sıra balıkların maksimum büyümeleri, yaşama oranlarının yüksek ve yem değerlendirmelerinin iyi olabilmesi için n-3 yüksek doymamış yağ asitleri (HUFA), özellikle de EPA ve DHA yağ asitlerine ihtiyaçları oldukları belirtilmiştir.

Arslan *et al.* (2009) Güney Amerika Yayın Balığı (*Pseudoplatystoma fasciatum*) yavruları (117.6 ± 11.8 mg ağırlık; 28.3 ± 2.5 mm boy) üzerinde yaptıkları başka bir çalışmada; birincisi canlı yem (Tubifex kurtları), ikincisi ticari yem (AgloNorse ve BioKyowa) ve üçüncü olarak yarı saflaştırılarak formüle edilmiş diyet yem (%75 peptid tabanlı protein) kullanmış; AgloNorse diyetiyle beslenen balıklarda en yüksek büyüme performansı gösterdiğini, fakat kanibalizm çok yüksek oranda (%42) olduğunu belirtmiştir. Peptid formülüyle beslenen balıklarda, büyüme oranının en düşük olduğunu ve kanibalizmin hiç olmadığını, en fazla hayatta kalmanın ise Tubifex kurtlarıyla beslenenlerde olduğunu (%100) bildirmişlerdir. Farklı deneysel diyetle tabi tutulan balıkların tüm vücutlarındaki yağ (lipit) oranlarının çok fazla değişiklik göstermediği vurgulanmıştır ($\%3.6 \pm 0.7\%$). Nötr yağ asitleri kompozisyonu ve balığın tüm vücut yağlarının fosfolipid oranları, diyetlerdeki yağ asitleri kompozisyonunu yansıttığı, Tubifex kurtlarında yüksek oranda bulunan ARA, bu diyetle beslenen balıkların dokusunda yüksek seviyede yağ asitlerine sebep olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek yaşama oranı ve yamyamlık olmamasının diyet yağları/yağ asitleriyle nasıl bir ilgisi olduğunun kesin olarak bilinmediği ayrıca vurgulanmıştır. Bu durumlarda, fosfolipid oranını (n-3 HUFA/n-6 ÇDYA) artırmak; LNA'nın EPA vasıtasıyla DHA'ya dönüşmesine ve desature (doymuşluktan doymamışlığa geçiş) olmasına sebep olduğu bildirilmiştir. Ayrıca diyetlerdeki ARA seviyelerinden dolayı fosfolipid fraksiyonundaki yağ asidi konsantrasyonundaki artış, Güney Amerika kedi balığının LA'yı ARA'ya dönüştürebileceğini rapor etmiştir.

Taşbozan *et al.* (2015) tarafından farklı bitkisel yağ kaynaklarının sargoz (*Diplodus sargus*) juvenillerinin büyüme ve vücut kimyasal kompozisyonları üzerine etkileri araştırılmıştır. Balık yağı, fındık yağı, kanola yağı ve soya yağı içeren izonitrojenik (%36) ve izolipidik (%16) formüle edilmiş dört deneysel yem otuz adet balık (başlangıç ortalama ağırlığı 6 gram) üç tekrarlı gruplar halinde her bir deney yemi ile sekiz hafta beslenmiştir. Araştırma sonucunda, spesifik büyüme ve son vücut ağırlığı oranı gruplar arasında önemli ölçüde farklı bulunmuştur ($P < 0.05$). Araştırmadaki diğer gruplara kıyasla fındık yağı ve kanola yağı içeren yemlerle beslenen gruplar daha iyi büyüme oranına sahip olmuştur. Tüm deney grupları için en iyi yem kullanımı kanola yağı

grubunda bulunmuştur. En iyi protein ve lipit kullanımına sahip olan grubun kanola yağı ve fındık yağı grupları olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca hepato somatik indeksi (HSI) ve balığın tüm vücut kompozisyonu üzerine, fındık yağı ve kanola yağı etkili olmuştur. Fındık yağı ve soya yağı gruplarında tüm vücut lipit içeriği balık yağı grubundan daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Tüm vücut yağ asit kompozisyonu yemlerin yağ asit kompozisyonunu yansıtmaktadır. Araştırma sonunda, kanola yağı, soya yağı ve fındık yağının balık unu içerikli sargoz yemlerinde büyüme yönünden negatif bir durum oluşturmada kullanılabileceğini göstermektedir.

Kalogeropoulos *et al.* (1992) çipura (*Sparus aurata L.*) balıklarını soya yağı ve balık yağı ile hazırlanmış diyetlerle beslemiş ve çalışma sonunda bu yemlerin balıklarda büyüme ve vücut bileşenleri üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırma neticesinde en iyi büyümenin; yağ kaynağının %6'sını soya yağı ve %6'sını balık yağının oluşturduğu diyetle beslenen balıklarda olduğunu tespit etmiştir.

Balıkların yem değerlendirmesini, büyümesini, balıketi ve karaciğerindeki yağ asidi miktarlarını balığın yemindeki yağ asitleri ve yağın kaynağı önemli ölçüde etkilemektedir. Bunun yanı sıra lipitlerin yemdeki proteinin değerlendirilmesi üzerine de etki ettiği belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda uzun süreli besleme durumunda, gökkuşaağı alabalıkları için en uygun ve güvenilir enerji kaynağının balık yağı olduğu saptanmıştır. Ayrıca, gökkuşaağı alabalıklarının optimal büyümesi için gerekli en mükemmel kaynak yağ asitleri içinde olan n-3 serisidir. n-6 serisi yağ asitlerini balık yemlerinde kullanılan ayçiçeğı ve soya yağları gibi çeşitli bitkisel yağlar yüksek oranlarda içermektedir (Barnabe 1990; Koven *et al.* 1993).

Gökkuşaağı alabalığında normal gelişim için yemlerde %1 oranında 18:3n-3 yağ asidinin bulunması gerekmektedir (Emidio *et al.* 1993; Otha and Watanabe 1996). Gökkuşaağı alabalığı da diğer balıklarda olduğu gibi da n-3 ve n-6 serisi yağ asitlerine ihtiyaç duymaktadır. Bu balıklar esansiyel yağ asitleri bakımından eksik yemlerle beslenmeleri durumunda kendilerine özgü bazı yetersizlik belirtilerini göstermektedir (Goddard, 1996). Farklı çiftlik hayvanlarının aksine, balıkların kaslarında özellikle n-3 serisi yağ

asitlerinden HUFA'ları yüksek oranda içermektedir. Tatlı su ve deniz balıklarının EPA ihtiyaçlarında yüksek oranda çeşitlilik bulunmaktadır (Otha and Watanabe 1996; Yıldız ve Şener 1997).

Gökkuşaağı alabalıkları 14.6°C su sıcaklığında 5 ay süreyle ticari bir yemle beslenerek vücutlarındaki yağ asidi miktarı araştırılmıştır. Yağ asidi bileşenleri, yağ asidi metil esterleri olarak gaz kromatografisinde analiz edilmiştir. Gökkuşaağı alabalığının etinde ve bu balıkların beslenmesinde kullanılan yemde; doymuş (C12:0, C:14:0, C15:0, C:16:0, C18:0, C:20:0, C22:0), tekli doymamış (C14:1, C16:1, C18:1, C20:1, C22:1) ve çoklu doymamış (C16:2, C18:2, C18:3, C20:2, C20:3, C20:4, C20:5, C22:4, C22:5, C22:6) yağ asitleri tespit edilmiştir. Gökkuşaağı alabalığının kas dokusu yağ asidi miktarları arasındaki farklılıklar, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$ her bir yağ asidi için). Sonuç olarak bu araştırmada kullanılan yemle beslenmiş olan gökkuşaağı alabalığının etinde tespit edilen yağ asitlerinin, özellikle toplam doymuş ve toplam çoklu doymamış yağ asidi miktarlarının diğer ticari yemle beslenmiş olan gökkuşaağı alabalığından daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Konar ve Köprücü 2002).

Tatlı su levreklerinde LNA LA oranının büyüme performansına ve yağ asidi profiline etkisini araştırıldığı çalışmada; keten tohumu yağı, aspir ve karaciğer yağı LNA ve LA kaynağı olarak kullanmış ve çalışma sonucunda balık yağı ile bitkisel yağlar arasında büyüme performansı yönünden olumsuz bir fark görülmemiştir. Bununla birlikte LNA 0,64/LA oranının daha uygun olduğu rapor edilmiştir (Gersande *et al.* 2008).

Gökkuşaağı alabalığı üzerinde yapılan çalışmalarda vücutlarındaki yağ oranının %3.4-4.55 arasında değiştiği, yağ asidi dağılımında çoklu doymamış yağ asitleri toplamının %29.99 olduğu gözlenmiştir. Bunlardan EPA ve DHA oranlarının ise sırasıyla %4.00 ve %14.75 olduğu belirtilmektedir. Dolayısı ile gökkuşaağı alabalıkları n-3 ve n-6 yağ asitleri yönünden iyi bir kaynak olarak sayılabilmektedir (Dönmez ve Tatar 2001).

Yapılan birçok araştırmada, balık diyetlerinde balık yağı yerine bitkisel yağların kullanılmasının Atlantik salmonları (*Salmo salar* L.) üzerinde yem değerlendirme, büyüme, ve histopatolojik olarak herhangi bir olumsuzluk oluşturmadığı belirlenmiştir (Torstensen *et al.* 2000; Bell *et al.* 2001, 2003). Ancak (Torstensen *et al.* 2000; Bell *et al.* 2001, 2003) bitkisel yağların %50'den fazla eklenmesi durumunda balık etinde LA oranında artma, EPA ve DHA oranında ise azalmanın gerçekleşmesine sebep olduğu bildirilmiştir.

Subhadra *et al.* (2006), geniş ağızlı levrek balığının (*Micropterus salmoides*) 12 haftalık yemleme periyodunda balığın vücut kompozisyonu ve büyümesi üzerine farklı yağ kaynakları (kanola yağı, tavuk yağı, menhaden balık yağı) ile hazırlanmış yemlerle ticari alabalık yeminin etkisini araştırdıkları çalışmalarında, kullanılan yağ kaynaklarının yaşama oranı, yem alımı, ağırlık kazancı, yem ve protein değerlendirme oranlarına herhangi bir katkısının bulunmadığını, ağırlık kazancının daha yüksek olduğu grupta ise balıkların ticari yem ile beslendiği görülmüştür. Ayrıca n-3 ve n-6 yağ asitleri oranlarına bakıldığında ticari alabalık yemi ile beslenen balıkların kas yağları, deneme yemleri ile beslenen balıklardan daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Yemlerde belirledikleri DHA ve ARA yağ asitlerinin yüzde oranlarının balık etlerinde aynı şekilde kaldığını, ancak EPA yağ asidinin başlangıç değerlerinin kaybolduğunu bildirmiştir.

Kanola yağının alternatif yağ kaynağı olarak değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmada mercan (*Pagrus auratus*) balığının yemlerinde, Glencroos *et al.* (2003) %25, 50, 75 ve 100 oranlardaki soya ve kanola yağının balık yağına alternatif olarak kullanıldığı yemlerle beslenen bireylerle, balık yağı ile beslenen bireyler arasında büyüme performansı yönünden değişiklik olmadığını; kullanılan bitkisel yağın miktarı veya tipi göz önünde bulundurulmaksızın, balık dokularındaki yağ asidi kompozisyonu üzerine, soya ve kanola yağlarının etkisinin önemli olduğunu belirtmiştir. Deneme başında tespit edilen EPA ve DHA düzeylerinde, deneme sonunda çok az azalma gözlenmiş ve mercan balıklarında balık yağına alternatif olarak soya yağının ve kanola yağının kullanılması uygun bulunmuştur.

Şener ve Yıldız (2003), farklı kaynaklı yağların yavru gökkuşuğu alabalıklarının büyüme performansı ve tüm vücut yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmıştır. Bu amaçla %44 oranında ham protein ve %14 oranında balık yağı içeren bir kontrol yemini oluşturmuştur. Bu yemdeki balık yağının yerine aynı oranda soya yağını ve ayçiçeği yağı ayrı ayrı kullanarak deneme yemlerini oluşturmuştur. Balık yağı, ayçiçeği yağı ve soya yağı katılan yemlerdeki n-3 serisi yağ asitleri toplamı sırasıyla; %25.85, %8.40 ve %11.88, n-6 serisi yağ asitleri toplamı ise; %6.22, 46.51 ve %41.50 şeklinde saptayarak farklılıkların istatistiksel olarak önem ($p < 0,05$) taşıdığını bildirmiştir. Bu yemlerle 5,78 g ağırlığındaki gökkuşuğu alabalıklarını beslemiştir. Balık yağı, ayçiçeği yağı ve soya yağı içeren yemlerle yapılan besleme denemesi sonucunda, balıklar sırasıyla; 29.3, 28.1 ve 28.8 g canlı ağırlık artışı kazanmıştır. Ağırlıkça günlük spesifik büyüme oranları sırasıyla; 1.18, 1.15 ve 1.16, yem dönüşüm oranları ise; 1.05, 1.12 ve 1.08 olarak bulunmuştur. Yavru gökkuşuğu alabalıklarının tüm vücut etindeki ham proteinin sırasıyla; %13,5, %12,6 ve %14,5, ham yağ miktarının; %6,1, %5,3 ve %5,9 olduğu belirlenmiştir. Karaciğerdeki ham yağ miktarının ise sırasıyla; %3,1, %3,6 ve %3,5 oranında olduğu fakat bu farklılığın önem taşımadığı ($p > 0,05$) tespit etmiştir. Ayrıca, yavru gökkuşuğu alabalıklarının tüm vücut etindeki n-3 serisi yağ asitleri toplamının sırasıyla; %24,84, %12,68 ve %14,36 oranlarında, n-6 serisi yağ asitleri toplamının ise; %7,55, %33,96 ve %30,82 oranlarında olduğu saptamıştır.

Yıldız ve Şener (2004), levrek (*Dicentrarchus labrax*) yemlerinde balık yağı, soya yağı, ayçiçeği yağı ve zeytin yağını kullanmıştır. Araştırma yemlerinin ham yağ oranını %12 ve ham protein oranını %57 olarak belirlemiştir. Yağ asidi analizlerinde, balıkyağı içeren yemlerde EPA (%7,57) ve DHA (%11,91), soya yağı içeren yemlerde LNA (%5,50) ve zeytinyağı içeren yemlerde OA (%62,69)'in diğer yemlere göre daha yüksek düzeyde olduğunu tespit etmiştir. Bununla birlikte, LA soya yağı içeren yemlerde %40,66, ayçiçeği yağı içeren yemlerde %44,58 ve mısır yağı içeren yemlerde %45,57 oranında bulmuştur. Mısır yağı içeren yemle beslenen gruptaki balıklardaki canlı ağırlık artışı diğer gruptakilerden daha düşük düzeyde bulmuştur. Ayrıca araştırma neticesinde yem değerlendirme oranı ve en fazla canlı ağırlık artışı balık yağı içeren yemle beslenen gruptan elde edilmiştir. Deneme sonunda, elde edilen balıkların karkasındaki ham yağ

analizlerine göre en yüksek yağ düzeyi; balık yağı ilave edilen yemle beslenen balıklarda belirlemiştir. Tüm vücut etindeki yağ asidi analizlerinde de en yüksek EPA ve DHA değerleri yine balık yağı ilave edilen yemle beslenen balıklardan sağlamıştır. Soya yağı ilave edilen yemle beslenen balıklarda LNA ve LA'yı en yüksek düzeyde bulmuşlardır. Zeytinyağı ilave edilen yemle beslenen balıklarda ise oleik asit en yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Yaptıkları istatistiksel analizlerde, deneme gruplarına ait balıkların canlı ağırlık artışı, karkastaki yağ ve yağ asidi miktarlarına ait değerler arasında farklılıkları önemli ($p<0,05$) bulmuştur.

Başka bir çalışmada yaklaşık 1 g ağırlığındaki kahverengi alabalık (*Salmo trutta*) yavruları 6 hafta süre ile kazein-jelâtin tabanlı yemlerle beslenmiştir. Yemlerde yağ kaynağı olarak balık (ringa) yağı, fındık yağı, soya yağı-keten tohumu yağı karışımı (1:1) ve soya lesitini kullanılmıştır. Kapalı devre su sisteminde yürütülen çalışma boyunca sıcaklık $13\pm0,2^{\circ}\text{C}$ olarak gerçekleşmiştir. Çalışma sonunda soya yağı-keten tohumu yağı kullanılmış diyet ile beslenen balıklar diğer diyetlerle beslenen balıklara göre önemli derecede yüksek büyüme performansı göstermiştir ($P<0,05$). En düşük büyüme fındık yağı kullanılmış yem ile beslenen balıklarda görülmüştür. Tüm vücuda ait toplam yağların nötral ve polar lipid fraksiyonlarının yağ asidi içerikleri yemlerin yağ asidi içeriklerini yansıtmıştır. Yüksek düzeyde LNA içeriğine sahip soya yağı-keten tohumu yağı kullanılmış diyet ile beslenen balıkların vücudunda, DHA miktarında artış görülmüştür. Benzer şekilde en yüksek ARA içeriği, LA bakımından zengin olan soya lesitini diyeti ile beslenen balıklarda görülmüştür. Mevcut çalışmanın sonuçları, kahverengi alabalıkta yemlerdeki yağ kaynağına bağlı olarak LA ve LNA in sırasıyla ARA ve DHA e dönüştürebildiğini göstermektedir. Fındık yağı ile beslenen balıklardaki düşük büyümenin esansiyel yağ asidi eksikliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Arslan *et al.* 2012).

Diğer bir çalışmada, gökkuşağı alabalığından beş farklı grup oluşturularak her bir grup farklı lipid kaynakları içeren yemlerle beslenmiştir. (soya fasulyesi yağı – HUFA, balık yağı+HUFA). Beş farklı grup (-E-HUFA, -E+HUFA, +E-HUFA, +E+HUFA, -C+E+HUFA) şeklinde sınıflandırılmış olup balıklara vitamin E (25.6 ve 275.6 mg/kg),

vitamin C (0 ve 1000 mg/kg) ve HUFA (12.5 ve 30.5 g/kg) belirtilen oranlarda verilmiştir. Çalışma 42 gün sonra sonlandırılarak yağ asidi bileşimi yüzde olarak 14:0 için en yüksek 5.9 değerinde ikinci grupta, 16:0 için en yüksek 18.1 ikinci grupta, 16:1 için en yüksek 6.9 olarak ikinci grupta, 18:0 için en yüksek 4.1 ikinci grupta, OA için en yüksek 24.4 üçüncü grupta, LA için en yüksek 36.0 birinci grupta, LNA için en yüksek 4.7 olarak birinci grupta, 20:0 için en yüksek 4.7 olarak dördüncü grupta, ARA için en yüksek 1.0 olarak dördüncü ve beşinci gruplarda, EPA için en yüksek 10.1 dördüncü grupta, 22:1n-9 için en yüksek 6.5 olarak beşinci grupta, DHA için en yüksek 10.0 hem dördüncü hem de beşinci gruplarda gözlenmiştir (Trenzado *et al.* 2009).

Yemdeki balık yağının bitkisel yağlarla belirli oranlarda (%50-60) değiştirilmesinin büyümeye etkisinin yanı sıra, bu yemlerle beslenen balıkların etlerindeki n-3 serisi esansiyel yağların miktarı ve kompozisyonu, üretici ve dolayısıyla tüketiciyi yakından ilgilanmaktadır. Yapılan çalışmalarda, bitkisel yağların balık yemlerinde alternatif yağ kaynağı olarak kullanımının, balığın filetosundaki n-3 serisi yağ asitlerini azalttığı, fakat etin besinsel kalitesini ve tadını olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür (Rosenlund *et al.* 2001; Izquierdo *et al.* 2003; Kaushik 2004).

Bitkisel yağlarla yapılan önceki çalışmalar, bitkisel yağların balık yağına alternatif yağ kaynağı olarak kullanılmasının ve bunların değişim oranlarının belirlenmesinin, yemin daha düşük maliyetle üretilebilmesi için önemli olduğunu göstermiştir. Buna ilaveten, bitkisel yağların yem üretiminde kullanılması, n-3 ve n-6 yağ asidi düzeylerini yükselterek pazara ekonomik ve sağlıklı ürün sunabilmek, doğal stoklar üzerine baskının azaltılması için yemlerde balık unu ve yağının sağlandığı sınırlı balıkçılık üzerine baskıları azaltmak ve mevcut olan yeni akuakültür türleri için sağlıklı yemler yapmak bakımından da önemlidir (Dernekbaşı ve Karayücel 2010).

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

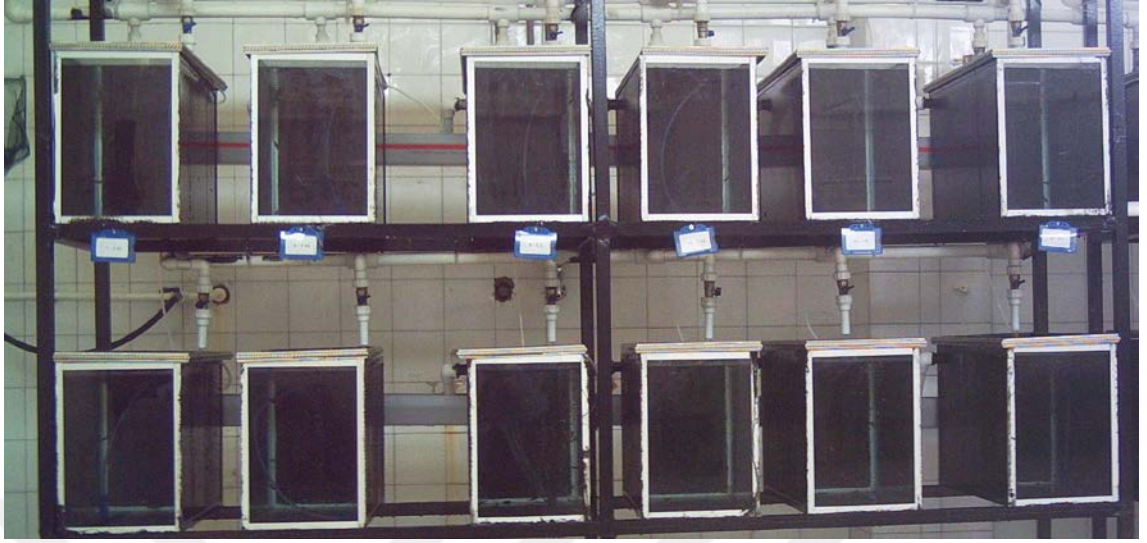
3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri

Besleme denemesi, Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Akvaryum Balıkları Uygulama ve Araştırma Biriminde yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan balık ve yem materyallerinin analizleri Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma laboratuvarlarında yapılmıştır.

3.1.2. Üretim sistemi

Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Akvaryum Balıkları Uygulama ve Araştırma Biriminde mevcut kaynak suyu dinlenme tankından alındıktan sonra istenmeyen gazlardan arındırılarak kanallar ve hava taşları yardımı ile oksijen bakımından zenginleştirilip araştırma bölümlerine alınmıştır. Üretim sistemi 50 litre hacimli 12 adet cam akvaryumlardan oluşmuştur. Sistem yarı kapalı devre olarak düzenlenmiş olup biyo-filtre ve havalandırma sistemi ile donatılmıştır. Çalışma süresince ortalama su sıcaklığı $13\pm1^{\circ}\text{C}$ ve ortalama oksijen $7,6\pm0,2$ mg/l olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.1. Besleme denemesinin yürütüldüğü üretim sistemi

3.1.3. Balık ve yem materyali

Araştırmada kullanılan Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavruları Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İçsu Balıkları Uygulama ve Araştırma Biriminden temin edilmiştir. Balıkların başlangıç ağırlıkları ortalama 0,85 g olarak tespit edilmiştir.

Denemede kazein-jelatin tabanlı 4 farklı diyet hazırlanmıştır. Dört diyet izonitrojenik ve izolipidik olarak formüle edilmiştir. (Çizelge 3.1) Diyetler balık yağının fındık yağıyla %0 (FY0), %33,3 (FY5), %66,6 (FY10) ve %100 (FY15) oranlarında ikame edilmesiyle birbirinden ayrılmaktadır.

Yem hazırlanırken maddeler mikser yardımıyla karıştırılarak homojen olarak dağılmalarına özen gösterilmiştir. Işık ve diğer dış faktörlerden etkilenebilecek maddeler en son katılmıştır. Hamur haline getirilip peletlenen yemler (Şekil 3.2) liyofilizatörde 24 saat kurutularak (Şekil 3.3), balıkların ağız açıklıklarına göre ayarlanmıştır. Hazırlanan yem -20°C’de ısk almayacak şekilde saklanmıştır.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan deneysel diyetlerin kompozisyonu (%)

	Deneysel yemler			
	FY0	FY5	FY10	FY15
<i><u>İçerik</u></i>				
Kazein	40,0	40,0	40,0	40,0
Jelatin	8,0	8,0	8,0	8,0
Dekstrin ^a	6,25	6,25	6,25	6,25
CPSP ^b	5,0	5,0	5,0	5,0
Buğday unu	14,0	14,0	14,0	14,0
Balık yağı	15,0	10,0	5,0	-
Fındık yağı	-	5,0	10,0	15,0
Vitamin karması ^c	4,0	4,0	4,0	4,0
Mineral karması ^d	3,0	3,0	3,0	3,0
Askorbik asit ^e	0,05	0,05	0,05	0,05
CMS ^f	2,0	2,0	2,0	2,0
L-arginin	0,5	0,5	0,5	0,42
L-metiyonin	0,4	0,4	0,4	0,34
L-lisin	0,8	0,8	0,8	0,68
Kolin klorid	1,0	1,0	1,0	1,0
<i><u>Proksimet kompozisyon</u></i>				
Ham protein	65,3	65,2	65,2	65,1
Ham lipit	15,5	15,6	15,5	15,6
Kül	5,4	5,5	5,4	5,4
Nem	5,6	5,5	5,4	5,4

^aSuda çözünabilir (%80)^bÇözünabilir Balık proteini konsantresi (CPSP 90: ham protein, %82-84 WW; ham lipit, %9-13), Sopropêche S.A., Boulogne-sur-mer, France,^cAlabalık Besleme Karışımı (Ankara, Turkey), kompozisyon/g: vitamin A, 2645,50 IU; vitamin D₃, 220,46 IU; vitamin E, 44,09 IU; Vitamin B₁₂, 13 µg; riboflavin, 13,23 mg; niasin, 61,73 mg; D-pantotenik asit, 22,05 mg; menadion, 1,32 mg; folik asit, 1,76 mg; fridoksin, 4,42 mg; tiyamin, 7,95 mg; D-biotin, 0,31 mg,^dBernhart Tomarelli Tuz Karışımı (ICN farmakatikals, Costa Mesa, CA), kompozisyon (g/100g): kalsiyum karbonat, 2,1; dibazik kalsiyum fosfat, 73,5; sitrik asit, 0,227; bakır sitrat, 0,046; ferrik sitrat (16-17% Fe), 0,558; magnezyum oksit, 2,5; mangan sitrat, 0,835; potasyum iyodür, 0,001; dibazik potasyum sülfat, 8,1; potasyum oksit, 6,8; sodyum klorid, 3,06; sodyumfosfat, 2,14; ve çinko sitrat, 0,133, Tuz karışımının kilogram başına beş mg Se ilave edildi.^eC vitamini (Mg-L-ascorbyl-2-phospahte), Sigma, Almanya,^fKarboksimetil selüloz



Şekil 3.2. Denemede kullanılan yem materyalinin hazırlanışı

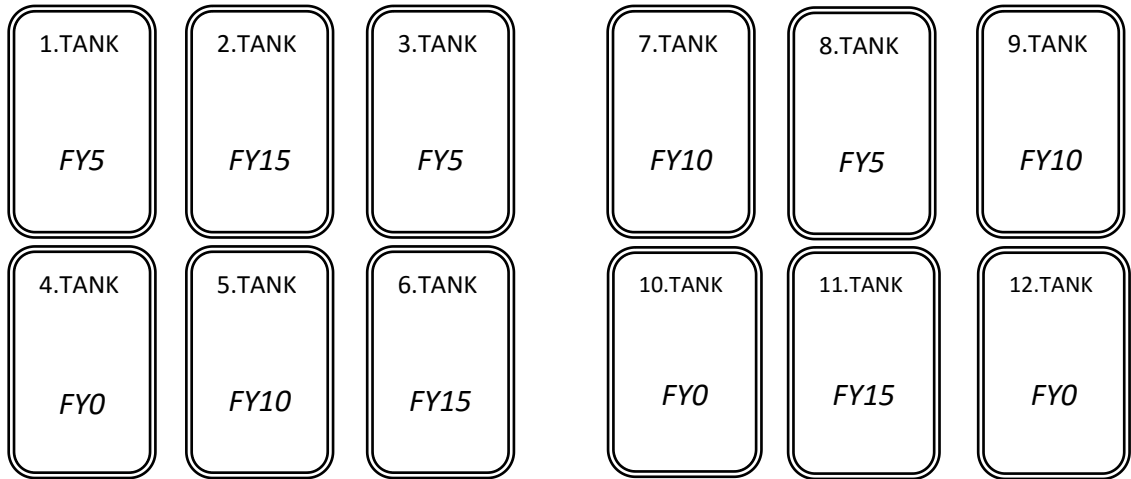


Şekil 3.3. Denemede kullanılan yemlerin kurutulma aşaması

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı ve balıkların beslenmesi

Besleme denemesinin gerçekleştirildiği 3 tekrarlı olarak tasarlanan deneysel ünitelere (50 L hacimli 12 adet akvaryum) 50'şer adet balık konulmuştur (Şekil 3. 4). Balıklar ticari yemle 1 hafta beslenerek ortama alışmaları sağlanmıştır. Her bir grubun balık ağırlıkları tartılarak, her gruba günlük ne kadar yem verileceği hesaplanmış ve adaptasyon süresinden sonra balıklar ağırlıklarının yaklaşık %5'i kadar 6 hafta boyunca hazırlanan yemlerle beslenmiştir. Verilecek yem miktarı 3 günde bir tahmini büyümeye göre yeniden hesaplanarak tartılmıştır. İki haftada bir balıkların tartımı yapılarak, büyüme takip edilmiştir. Akvaryumlarda sifonlama günde bir kez, su çıkış filtreleri 2 günde bir kez, sistemin genel filtresi ise haftada bir kez temizlenmiştir (Arslan *et al.* 2008).



Şekil 3.4. Deneme tanklarında bulunan gökkuşağı alabalığı yavrularına verilen diyet grupları.

3.2.2. Büyüme performansı ve yem değerlendirme

Denemeye ait büyüme parametreleri ve yem değerlendirme Arslan *et al.* 2012'ye göre değerlendirilmiştir.

- Ölüm Oranı: $100 - ((\text{Deneme başındaki balık sayısı}) - (\text{Deneme sonundaki balık sayısı})) * 100 / (\text{Deneme başındaki balık sayısı})$.
- Ağırlık Kazancı (%) : $(\text{Son Ağırlık} - \text{Başlangıç Ağırlığı}) * (\text{İlk ağırlık}^{-1}) * 100$
- Yem Değerlendirme Katsayısı: $\text{Tüketilen Yem(g)} / \text{Ağırlık Kazancı (g)}$
- Spesifik Büyüme Oranı: $(\ln \text{son ağırlık} - \ln \text{ilk ağırlık}) * (\text{gün sayısı}^{-1}) * 100$

3.2.3. Lipid ve yağ asidi analizleri

Araştırma sonunda her tanktan 3'er adet rastgele alınan tüm vücut balık örnekleri 50 ml'lik plastik tüplere aktarılmış ardından sıvı azotta derhal dondurularak laboratuvara aktarılmıştır. Örneklerin tamamı daha sonra yapılacak kimyasal analizlere kadar -80°C'de muhafaza edilmiştir.

Alınan örneklerden toplam yağ ekstraksiyonu Folch *et al.* (1957) metoduna göre yapılmıştır. Örneklerden saf olarak elde edilen yağlardan 50 mg yağ alınarak Metcalfe and Schmitz (1961)'e göre metil esterleri (FAME) hazırlanarak viallere aktarılmış ve gaz kromatografisinde (GC; Marka: Agilent, Model: 6890) yağ asitleri analizleri için kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan çözelti olarak; lipid ekstraksiyon çözeltisi (Kloroform-metanol karışımından (2:1 v:v) 3 lt hazırlanmış ve bu çözeltinin her litresi için 0,25 g butylatedhydroxytoluen (BHT) ilave edilmiştir), Magnezyum Klorür (MgCl_2) çözeltisi (1,7 g MgCl_2 alınıp bir miktar saf suda çözüldükten sonra toplam hacim 100 ml'ye tamamlanmıştır)

0,2 N Metanollü Sodyum Hidroksit (NaOH) çözeltisi (8 g NaOH bir miktar metanol içerisinde çözüldükten sonra toplam hacim metanol ile 100 ml'ye tamamlanmıştır).

Araştırma materyallerinin yağ ekstaksiyonu Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma laboratuvarlarında yapılmıştır. Alınan örneklerden toplam yağ elde etmek için karaciğer ve kastan alınan 1 g ağırlığındaki numuneler 50 ml'lik tüplere aktarılmış ve üzerlerine %0,01 (w/v) BHT içeren kloroform/methanol (2:1 v/v) karışımından 20 ml ilave edilmiştir. Daha sonra örnekler 1 dakika homojenizatör ile parçalanmış ve parçalama işleminden hemen sonra vakum altında Whatman No:1 filtre kâğıdı kullanılarak süzölmüştür. Süzme işleminden sonra numuneler temiz ve kuru tüplere aktarılıp her bir çözeltinin (numunenin) %2'si kadar $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ dan (20 ml çözelti için 4 ml olacak şekilde) ilave edilmiştir. Sonra tüplere nitrojen doldurulup ve kapakları gazı kaçırmayacak şekilde kapatıldıktan sonra 1 dakika vortekslenerek oda sıcaklığında 24 saat süreyle faz oluşumu için depolanmıştır.

Yağ ekstraksiyon işleminin birinci aşaması belirtilen şekilde tamamlandıktan sonra pastör pipetiyle tüplerde oluşan alt faz alınarak temiz ve kuru tüplere aktarılmıştır. Aktarma işleminin ardından örnekler azot evaporatör sistem içerisine yerleştirilerek ısıtma ve nitrojen gazına tabi tutulmuştur. Bir süre buharlaştırıldıktan sonra tüplerin daraları alınmış küçük tüplere aktarılmıştır. Mini evaporatörde uçurma işlemine devam edilerek belli aralıklarla tartımlar yapılmıştır. Tartımlara ağırlıklar sabitleninceye kadar devam edilmiştir. Yağ miktarları tüplerin ağırlıklarının sabitlenmesi ile birlikte gravimetrik metotla hesaplanmıştır. Ağırlıkları sabitlenen örnekler üzerine kloroform ilave edilerek saklanmıştır (Folch *et al.* 1957).

Örneklerden saf olarak elde edilen yağlardan 50 mg tartılarak temiz tüplere aktarılmış ve üzerine 1,5 ml 2 M NaOH ilave edilmiştir. Sonra tüplere nitrojen gazı doldurularak 1 saat süreyle 80°C'lik sıcaklığa tabi tutulmuş, böylece sabunlaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemi takiben soğumaya bırakılan örnekler üzerine 2 ml BF_3 (Brontrifluoridemethanol %25'lik) ilave edilerek tüplere tekrar nitrojen doldurulmuş ve 80°C'de yarım saat daha bekletilmiştir. İnkübasyon süresinin bitmesinden sonra

örnekler tekrar soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örneklerin üzerine 1 ml hekzan ilave edilip vortekslendikten sonra 1 ml ultra saf su ilave edilerek tekrar vortekslenmiştir. Daha sonra tüp içerisindeki hekzan tabakası alınarak sodyum sülfat içeren yeni tüplere aktarılmış ve 1 ml hekzan daha ilave edilerek tekrar vortekslenmiştir. Daha sonra üstte kalan hekzan tabakası 2 ml'lik GC viallerine aktarılmış ve viallere nitrojen gazı doldurulmuştur (Metcalf and Schmitz 1961). Bütün bu işlemler tamamlandıktan sonra vialler gaz kromatografisine (GC) analizler için yerleştirilmiştir.

Enjeksiyon için hazırlanan örnekler 100'lü otomatik örnek tablasına yerleştirilerek gaz kromatografisinde (GC) yürütülmüştür. Bireysel yağ asitlerinin tespiti için standart yağ asidi karışımı (Supelco Component FAME mix) kullanılmıştır. Yürütüldüğü sistem piklerin çıkış zamanlarına göre yağ asitlerine kalibre edilmiş ve kromatogramlarda % alan olarak ifade edilen değerler sonuç olarak verilmiştir.

3.2.4. Gaz kromatografisi koşulları

Cihaz: Agilent 6980 Mass Gaz Kromatografisi (GC/MS)

Dedektör: FID

Kolon: DB-23 (60mx0,25mmx0,25µm)

Dedektör Sıcaklığı: 200°C

Kolon Sıcaklığı: 165°C'de 15 dak bekletilir, dakikada 5°C artışla 200°C 47 dak bekletilir.

Taşıyıcı Gaz: Hidrojen (5psi)

Zaman Sabiti: 200

Akış Hızı: 1/50 (azot/kuru hava)

Hava Basıncı: 350 ml/dak

Taşıyıcı Gaz Basıncı: 35 ml/dak

3.2.5. E vitamini tayini

E vitamini analizlerinde Cort *et al.* (1983) metodu kullanılmıştır. Özetle, örnekler %1'lik H_3PO_4 ve %5'lik pyrogallol içeren metanol ile homojenize edilmiştir. 10 dakikalık santrifüj işlemini takiben süpernatant alınıp altta oluşan pelet aynı çözeltiyle tekrar homojenize edilerek tekrar süpernatant toplanmıştır. Toplanan extrat metanol ile 10 ml ye tamamlanıp filtre edilerek Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisinde (HPLC) analiz edilmiştir. Daha önceden tespit edilen standart çözeltilerden elde edilen standart eğriye göre E vitamini miktarı tespit edilmiştir.

3.2.6. İstatistikî analizler

Bütün veriler ortalama $\pm$ ss (standart sapma) olarak verilmiştir. Deneysel diyetlerin hesaplanan parametrelere etkisini test etmek için veriler tek yönlü varyans analizine (one-way ANOVA) tabi tutulmuştur. Varyans analizinin önemli olduğu durumlarda ortalamalar arasında Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Tüm analizler için önem seviyesi $P<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Büyüme Performansı

Altı hafta boyunca farklı oranlarda fındık yağı içeren yemlerle beslenen gökkuşağı alabalığı yavrularına ait büyüme parametreleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Balıkların büyüme performansı deneysel diyetlerden önemli derecede etkilenmiştir ($P<0,05$).

Denemede balıkların başlangıç ağırlıklarının ortalamaları $0,85\pm0,01$ g’dır. Yavru balıklar deneme sonunda FY0, FY5, FY10, FY15 yemleriyle beslenen gruplar sırasıyla 4,1g, 4,3g, 4,4g ve 3,8g’a ulaşmışlardır. Gruplar arasında en fazla ağırlık kazancı %420,9’luk artışla FY10 grubunda, en düşük ağırlık kazancı ise %346,9’luk artışla FY15 grubunda tespit edilmiştir. Spesifik büyüme oranlarına bakıldığında en yüksek oran FY10 grubunda, en düşük oran ise FY15 grubunda tespit edilmiştir. Deneysel diyetlerle beslenen balıklarda yem değerlendirme katsayısı ortalama %1,2 olup; yaşama oranı ortalama %88,5 olarak tespit edilmiştir. Her iki parametre de deneysel yemlerden önemli derecede etkilenmemiştir.

Çizelge 4.1. Altı hafta boyunca farklı oranlarda fındık yağı içeren yemlerle beslenen gökkuşağı alabalığı yavrularına ait büyüme parametreleri

Büyüme parametreleri	Deneysel diyetler			
	FY0	FY5	FY10	FY15
Başlangıç ağırlığı (g)	$0,85\pm0,01$	$0,86\pm0,01$	$0,85\pm0,01$	$0,85\pm0,01$
Son ağırlık (g)	$4,1\pm0,0^b$	$4,3\pm0,1^{ab}$	$4,4\pm0,1^a$	$3,8\pm0,1^c$
Ağırlık kazancı (%)	$385,8\pm0,8^b$	$399,2\pm10,2^{ab}$	$420,9\pm20,3^a$	$346,9\pm11,8^c$
Spesifik büyüme (%)	$3,5\pm0,0^b$	$3,6\pm0,0^{ab}$	$3,7\pm0,0^a$	$3,3\pm0,1^c$
Yem değerlendirme	$1,1\pm0,5$	$1,2\pm0,1$	$1,1\pm0,3$	$1,2\pm0,4$
Yaşama oranı (%)	$90,7\pm6,9$	$90,7\pm6,1$	$88,6\pm7,9$	$86,8\pm4,6$

Veriler ortalama $\pm$ ss olarak verilmiştir. Farklı harfler ortalamalar arasındaki istatistiki farklılığı göstermektedir.

4.2. Proksimet Kompozisyon

Altı hafta boyunca farklı oranlarda fındık yağı içeren yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalığı yavrularının proksimet kompozisyonu Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. İncelenen parametreler, deneysel yemlerden önemli derecede etkilenmemiştir. Deneme sonu örneklerin ortalama tüm vücut ham yağ oranları $5,6 \pm 1,5$ ile $4,9 \pm 0,4$ arasında değişim göstermekte olup en yüksek ham yağ oranı FY0, en düşük ham yağ oranı ise FY15 diyetleriyle beslenen gruplarda belirlenmiştir. Deneme sonu tüm vücut ham protein değerleri ortalama %13,6 olup gruplar arası farklılık görülmemiştir. Balıklarda ham kül oranı ise ortalama %3,6 olup gruplar arası farklılık görülmemektedir.

Çizelge 4.2. Altı hafta boyunca farklı yağ kaynakları içeren yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalığı yavrularının proksimet kompozisyonu

Parametreler (%)	Deneysel diyetler			
	FY0	FY5	FY10	FY15
Nem	$78,6 \pm 0,4$	$78,8 \pm 0,3$	$78,8 \pm 0,4$	$78,5 \pm 0,1$
Ham protein	$13,6 \pm 1,2$	$13,8 \pm 0,9$	$13,8 \pm 0,5$	$13,5 \pm 0,7$
Ham yağ	$5,6 \pm 1,5$	$5,3 \pm 0,1$	$5,1 \pm 1,0$	$4,9 \pm 0,4$
Kül	$3,5 \pm 0,2$	$3,6 \pm 0,1$	$3,7 \pm 0,2$	$3,7 \pm 0,1$

Veriler ortalama $\pm$ ss olarak verilmiştir.

4.3. Yağ Asidi Kompozisyonu

Araştırmada FY0 yemi tamamen balık yağından oluştuğu için EPA ve DHA açısından zengin olduğu dikkat çekmektedir. Fındık yağı ise yüksek OA içeriği ile öne çıkmaktadır. Yemde fındık yağının oranı arttıkça OA miktarı da artmış (Şekil 4.1), diğer yandan EPA ve DHA azalmıştır (Şekil 4.2 ve 4.3).

FY0 diyetinde toplam doymuş yağ asidi (DYA) oranı %29,5 iken fındık yağının yemdeki miktarının artması ile birlikte FY15 diyetinde yaklaşık 2/3 oranında azalarak %10,1 olarak belirlenmiştir. Diyetlerdeki en düşük tekli doymamış yağ asidi (TDYA)

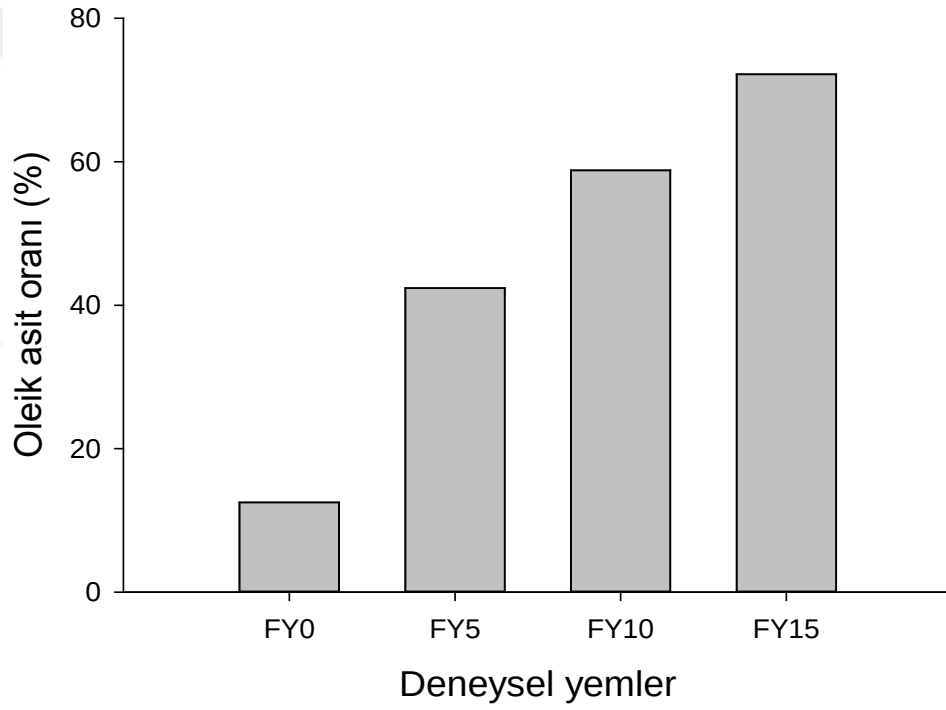
oranı FY0 yeminde görülmüş olup %26,1 iken; diyetteki fındık yağı miktarının artışı ile FY15 yeminde TDYA değeri artmış ve %74 olarak belirlenmiştir. FY0 diyetindeki ÇDYA oranı %44,4 olup bu oran diyetlerdeki fındık yağı miktarının artışıyla ÇDYA oranı azalarak FY15 diyetinde %16'lara kadar düşmüştür.

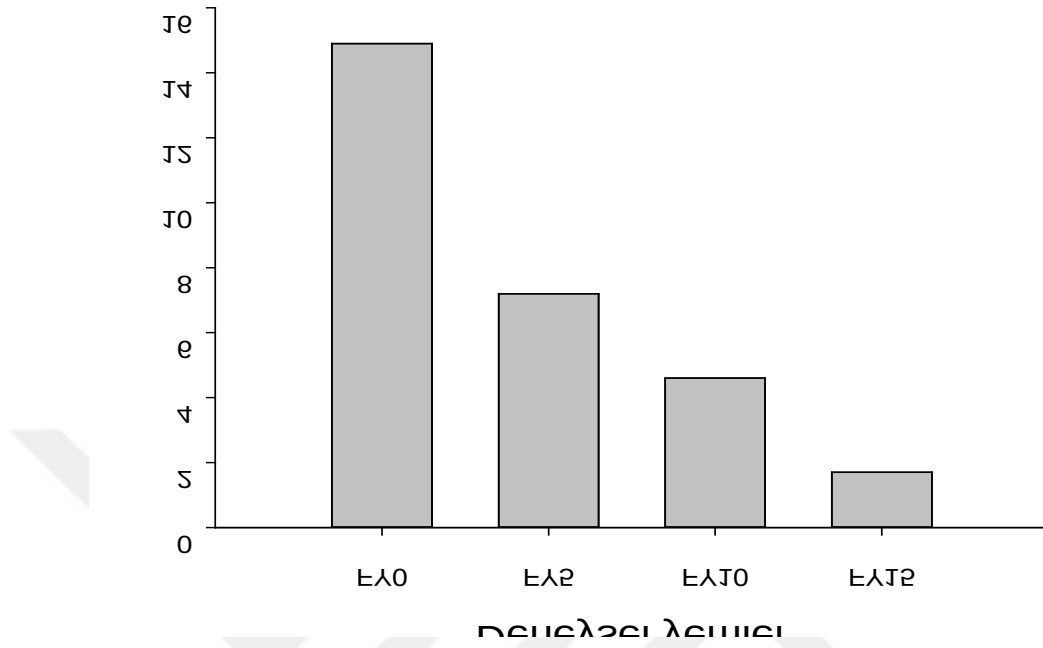
Çizelge 4.3. Çalışmada kullanılan deneysel diyetlerin yağ asidi kompozisyonu (%)

<i>Yağ asitleri</i>	Diyetler			
	FY0	FY5	FY10	FY15
14:0	7,5	4,7	2,6	0,8
14:1	0,3	0,1	0,1	0,0
16:0	17,3	13,5	9,0	6,3
16:1n-7	11,3	7,2	3,9	1,5
18:0	2,8	2,7	2,5	2,1
18:1n-9	12,5	42,4	58,8	72,2
18:2n-6	2,3	8,0	10,0	11,7
18:3n-6	0,5	0,2	0,2	0,0
18:3n-3	1,2	0,7	0,5	0,3
18:4n-3	2,6	1,5	0,8	0,3
20:0	1,1	0,9	0,7	0,4
20:1n-9	0,6	0,4	0,1	0,0
20:1n-11	0,2	0,1	0,0	0,0
20:2n-6	0,0	0,0	0,1	0,1
20:3n-3	0,6	0,2	0,1	0,0
20:4n-6	2,0	0,6	0,5	0,1
20:4n-3	1,3	0,6	0,4	0,2
20:5n-3	14,9	7,2	4,6	1,7
22:0	0,7	0,5	0,5	0,5
22:1n-11	0,7	0,6	0,3	0,1
22:2n-6	0,2	0,3	0,1	0,1
22:4n-6	0,6	0,5	0,2	0,1
22:5n-3	2,7	1,3	0,9	0,2
22:6n-3	15,6	5,1	3,3	1,3
24:1n-9	0,6	0,6	0,1	0,1

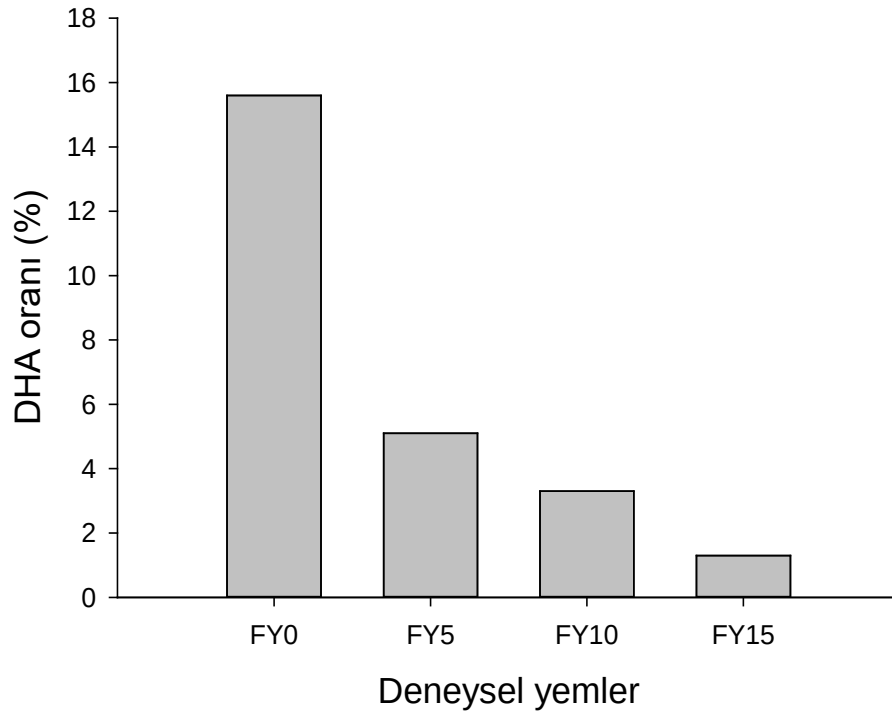
Çizelge 4.3. (devam)

Σ Doymuş	29,5	22,2	15,2	10,1
Σ Tekli doymamış	26,1	51,6	63,3	74,0
Σ Çoklu doymamış	44,4	26,2	21,5	16,0
Σn_3	38,8	16,5	10,5	3,9
Σn_6	5,6	9,6	11,0	12,1
n_3/n_6	6,9	1,7	1,0	0,3

**Şekil 4.1.** Deneyisel yemlerdeki oleik asit oranının değişimi



Şekil 4.2. Deneysel yemlerdeki EPA oranının değişimi



Şekil 4.3. Deneysel yemlerdeki DHA oranının değişimi

Altı hafta boyunca farklı oranlarda fındık yağı içeren yemlerle beslenen gökkuşaklı alabalığı yavrularının tüm vücutlarına ait toplam DYA, TDYA, ÇDYA, n-3, n-6 oranları Çizelge 4.4’de gösterilmiştir.

Farklı oranlarda fındık yağı içeren deneysel yemlerle 6 hafta boyunca beslenen gökkuşaklı alabalığı yavrularının tüm vücutlarına ait yağ asidi içeriği; diyetlerin yağ asidi içeriğini yansıtmış olup, diyetlerden önemli derecede etkilenmiştir ($P<0,05$). En yüksek doymuş yağ asidi içeriği FY0 yemi ile beslenen balıklarda görülmüş olup %29, yemdeki fındık yağı miktarının artışı ile doymuş yağ asidi içeriğinin en düşük olduğu diyet FY15 olarak %17,7 belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda balık grupları arasında tüm vücutlarına ait yağ asidi içeriğine bakıldığında OA miktarı diyetteki fındık yağının artışı ile birlikte artış göstererek FY0 diyetiyle beslenen balıklarda %20 olarak ölçülmüş iken, FY15 diyetiyle beslenen balıklarda bu oran 3 kat artarak %61,3 olarak belirlenmiştir. Ayrıca LA miktarına bakıldığında da OA miktarı gibi fındık yağının artışının etkisiyle birlikte artış göstermiştir. FY0 grubundaki balıklarda LA miktarı %3,7 iken, FY15 diyetiyle beslenen balıklarda 9,8 olarak ölçülmüştür. İstatistikî analizler neticesinde grupların toplam OA değerleri arasında farklılık olduğu anlaşılmıştır ($p<0,05$).

Araştırmada en yüksek EPA oranı FY0 diyeti ile beslenen balıklarda %8,6 olarak belirlenmiş iken en düşük EPA değerinin ise %0,5 oranla FY15 diyeti ile beslenen balıklarda olduğu tespit edilmiştir. DHA oranına bakıldığında da en yüksek oranın %15,2 ile FY0 yemiyle beslenen balıklarda, en düşük oranın ise %2 ile FY15 diyetiyle beslenen balıklarda olduğu belirlenmiştir. Bu durumdan anlaşıldığı üzere balıkların tüm vücutlarına ait EPA değeri diyetteki balık yağının miktarı ile doğru orantılıdır.

DYA oranı en yüksek %29 oranla FY0 diyetleri ile beslenen grupta görülürken en düşük olarak da %17,7 oranı ile FY15 diyetiyle beslenen grupta görülmektedir. Araştırmada ÇDYA oranı gösteriyor ki %37 ile en yüksek FY0 diyeti ile beslenen balıklarda görülmüş olup, diyetlerdeki EPA ve balık yağının azalması ile birlikte

azalmıştır. En düşük %15,4 ile FY15 diyetiyle beslenen balıklarda görülmüştür. Ayrıca deneme sonucu gösteriyor ki diyetteki fındık yağının artışı, OA oranını artırdığı ve böylelikle TDYA oranı da artış göstererek FY0 diyetiyle beslenen grupta %34,1 iken FY15 diyetiyle beslenen grupta %66,6 olarak belirlenmiştir.

n-3 yağ asitleri FY0 yemiyle beslenen balıklarda %30,2 iken FY15 yemiyle beslenen balıklarda 8 kat azalarak %3,7 olarak tespit edilmiştir. n-6 yağ asitleri n-3 yağ asitlerinin aksine yemdeki fındık yağının artışı ile artmış FY0 yemiyle beslenen balıklarda %6,7 iken FY15 yemiyle beslenen balıklarda %11,7 olarak ölçülmüştür. Analiz sonucunda n-3/n-6 oranına bakıldığında en yüksek oranın %4,5 olduğu ve FY0 yemiyle beslenen balıklarda görüldüğü tespit edilmiştir. En düşük oranın ise FY15 yemiyle beslenen balıklarda %0,3 olarak tespit edilmiştir. İstatistiki analizler neticesinde gruplar arası toplam n-3 ve n-6 değerleri ve n3/n6 oranları arasında anlamlı farklılık olduğu anlaşılmıştır ($p<0,05$).

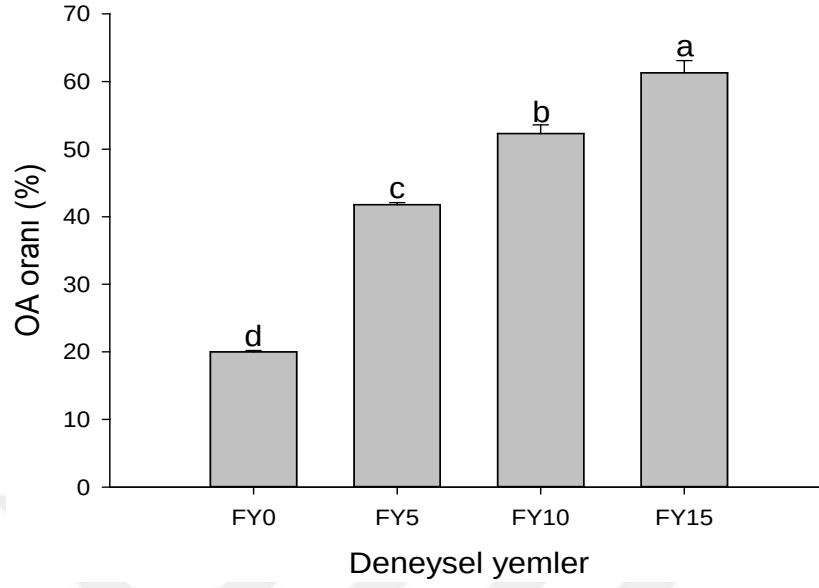
Çizelge 4.4. Altı hafta boyunca farklı oranlarda fındık yağı içeren yemlerle beslenen gökkuşağı alabalığı yavrularının tüm vücutlarına ait yağ asidi kompozisyonu (%).

Yağ asitleri	Diyetler			
	FY0	FY5	FY10	FY15
14:0	5,3±0,3 ^a	3,6±0,2 ^b	2,6±0,1 ^c	1,1±0,0 ^d
14:1	0,2±0,0 ^a	0,1±0,0 ^b	0,1±0,0 ^c	0,1±0,0 ^d
15:0	0,4±0,1 ^a	0,3±0,0 ^b	0,2±0,1 ^c	0,1±0,0 ^d
15:1	1,1±0,3	0,8±0,3	0,7±0,1	0,5±0,0
16:0	17,9±0,1 ^a	13,8±0,1 ^b	13,3±0,3 ^c	10,2±0,0 ^d
16:1n-7	10,3±0,2 ^a	6,2±0,2 ^b	4,8±0,5 ^c	2,7±0,1 ^d
17:0	0,2±0,1	0,1±0,1	0,1±0,1	0,1±0,1
17:1	0,3±0,1 ^a	0,1±0,0 ^b	0,1±0,0 ^b	0,1±0,1 ^b
18:0	3,3±0,5	3,3±0,1	3,1±0,1	2,8±0,2
18:1n-9	20,0±0,2 ^d	41,8±0,3 ^c	52,3±1,3 ^b	61,3±1,8 ^a
18:2n-6	3,7±0,5 ^d	7,1±0,4 ^c	7,9±0,3 ^b	9,8±0,1 ^a
18:3n-6	0,8±0,0 ^a	0,6±0,1 ^b	0,3±0,0 ^c	0,1±0,0 ^d
18:3n-3	0,9±0,1 ^a	0,5±0,1 ^b	0,5±0,0 ^b	0,3±0,0 ^c
18:4n-3	1,4±0,2 ^a	0,6±0,0 ^b	0,4±0,1 ^b	0,1±0,0 ^c

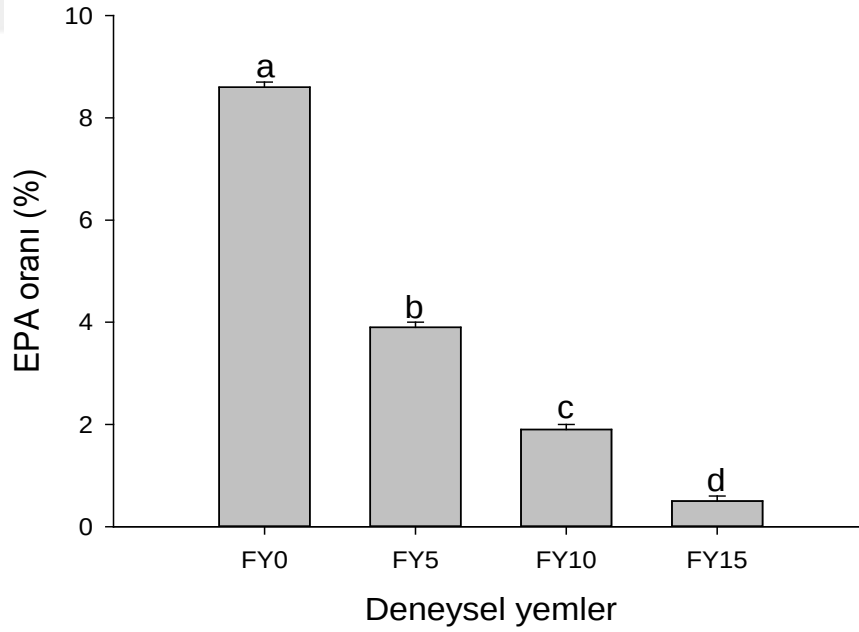
Çizelge 4.4. (devam)

20:0	1,3±0,2 ^b	1,2±0,1 ^b	1,4±0,2 ^b	2,9±0,1 ^a
20:1n-9	1,3±0,3 ^a	0,4±0,1 ^b	0,3±0,0 ^b	0,2±0,1 ^b
20:1n-11	0,2±0,0 ^a	0,1±0,0 ^b	0,1±0,0 ^b	0,1±0,0 ^b
20:2n-6	0,4±0,2	0,5±0,1	0,4±0,1	0,7±0,2
20:3n-3	0,4±0,2	0,5±0,1	0,4±0,1	0,5±0,2
20:4n-6	1,3±0,1 ^a	0,9±0,1 ^b	0,6±0,1 ^c	0,7±0,1 ^{bc}
20:4n-3	1,2±0,0 ^a	0,6±0,1 ^b	0,3±0,0 ^c	0,1±0,0 ^d
20:5n-3	8,6±0,1 ^a	3,9±0,1 ^b	1,9±0,1 ^c	0,5±0,1 ^d
22:0	0,5±0,2	0,6±0,3	0,4±0,1	0,5±0,2
22:1n-11	0,6±0,2 ^a	0,4±0,1 ^b	0,2±0,0 ^b	0,1±0,0 ^c
22:2n-6	0,2±0,0 ^a	0,2±0,0 ^a	0,1±0,0 ^b	0,1±0,0 ^b
22:4n-6	0,4±0,1	0,2±0,2	0,2±0,1	0,4±0,2
22:5n-3	2,5±0,1 ^a	1,1±0,1 ^b	0,6±0,0 ^c	0,1±0,0 ^d
22:6n-3	15,2±0,2 ^a	9,7±0,1 ^b	6,3±0,2 ^c	2,0±0,1 ^d
24:1n-9	1,0±0,0 ^a	0,8±0,1 ^a	0,4±0,1 ^b	0,4±0,1 ^b
ΣDoymuş	29,0±0,4 ^a	22,9±0,3 ^b	21,1±0,3 ^c	17,7±0,4 ^d
ΣTekli doymamış	34,1±0,3 ^d	50,7±0,3 ^c	59,0±0,9 ^b	66,6±1,2 ^a
ΣÇoklu doymamış	37,0±0,3 ^a	26,3±0,4 ^b	19,8±0,6 ^c	15,4±0,3 ^d
Σn3	30,2±0,1 ^a	16,9±0,1 ^b	10,4±0,2 ^c	3,7±0,2 ^d
Σn6	6,7±0,2 ^c	9,4±0,5 ^b	9,4±0,6 ^b	11,7±0,1 ^a
n3/n6	4,5±0,1 ^a	1,8±0,1 ^b	1,1±0,1 ^c	0,3±0,0 ^d

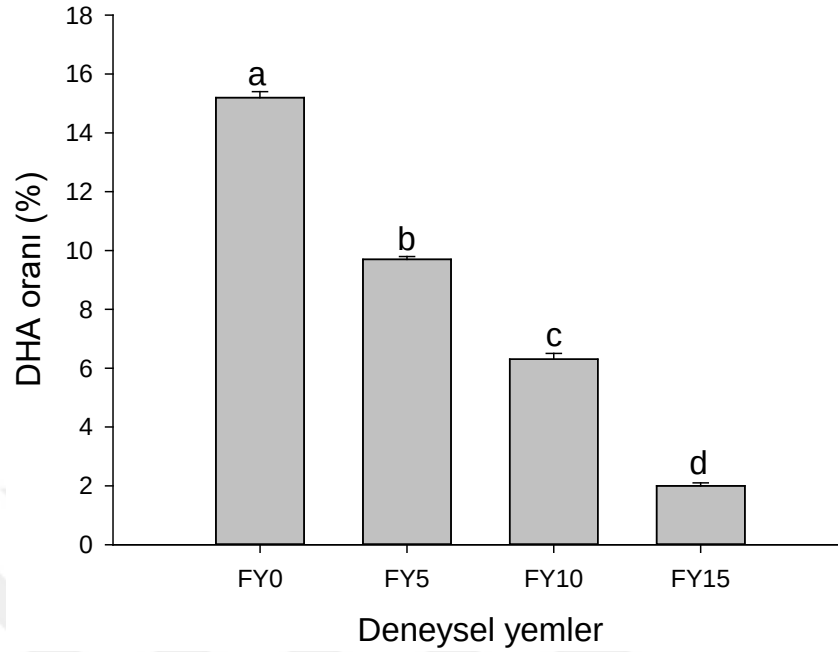
Veriler ortalama ± ss olarak verilmiştir. Farklı harfler ortalamalar arasındaki istatistiki farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.4. Altı hafta boyunca farklı oranlarda fındık yağı içeren yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalığı yavrularının tüm vücut yağlarına ait OA oranı (%)
Veriler ortalama $\pm$ ss olarak verilmiştir. Farklı harfler ortalamalar arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir.



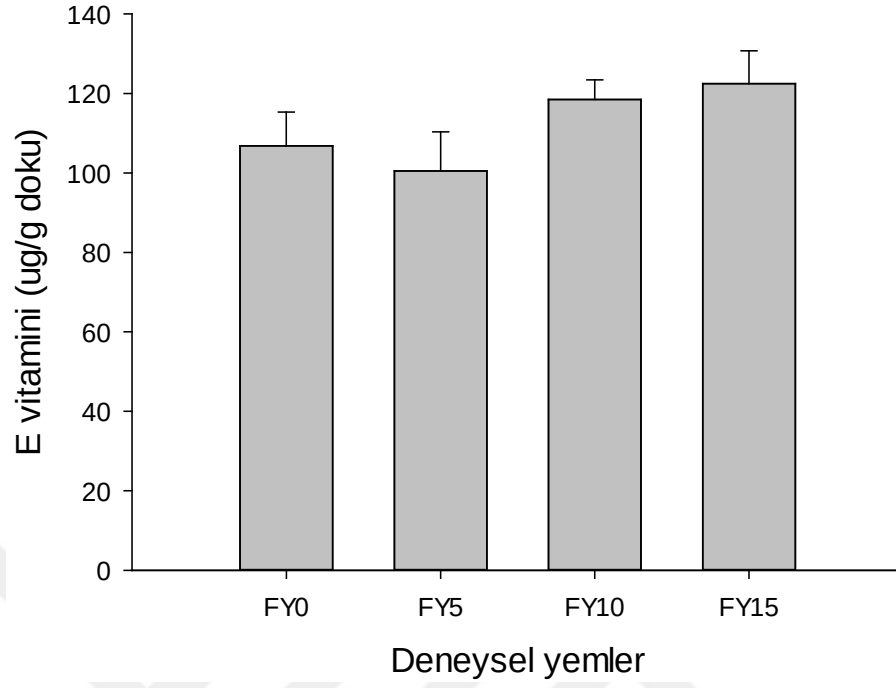
Şekil 4.5. Altı hafta boyunca farklı oranlarda fındık yağı içeren yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalığı yavrularının tüm vücut yağlarına ait EPA oranı (%)
Veriler ortalama $\pm$ ss olarak verilmiştir. Farklı harfler ortalamalar arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir.



Şekil 4.6. Altı hafta boyunca farklı oranlarda fındık yağı içeren yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalığı yavrularının tüm vücut yağlarına ait DHA oranı (%)
Veriler ortalama $\pm$ ss olarak verilmiştir. Farklı harfler ortalamalar arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

4.4. E Vitamini İçeriği

Altı hafta boyunca deneysel yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalığı yavrularının tüm vücut E vitamini içerikleri deneysel yemlerden önemli derecede etkilenmemiş ve ortalama $112,5 \pm 11,2$ $\mu\text{g/g}$ olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte yemde kullanılan fındık yağı oranının artışı ile balıklardaki E vitamini içeriğinde de bir artış eğilimi görülmüştür (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Altı hafta boyunca deneysel yemlerle beslenen gökkuşığı alabalığı yavrularının tüm vücut E vitamini içerikleri

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Hayvansal proteinin önemi insanların beslenmesi ve gelişiminde çok büyüktür. Ancak, günümüzde Türkiye'nin de dahil olduğu bir çok ülkede protein açığı vardır. İnsanların ihtiyaç duyduğu kaliteli proteinin elde edilmesinde bu açığı kapatmak adına su ürünleri yetiştiriciliğinin çok önemli katkısının olacağı aşîkardır. Su ürünleri, yüksek oranda doymamış yağ asitlerini (özellikle n-3) içeren, bütün esansiyel amino asitleri bünyesinde bulunduran yüksek protein kalitesi, yağ yapısı ve zengin mineral içeriğı ile muhteşem bir besin kaynağıdır. Su ürünleri üretim kaynakları incelendiğinde dünya genelinde avcılık ile elde edilen üretim, günümüzde gelebileceğı en üst sınırına ulaşmış ve yetiştiriciliğe dayalı üretim kaçınılmaz olmuştur. Yetiştiriciliğın artmasıyla birlikte yem ihtiyacında da doğal olarak artış görölmektedir. Günümüzde alabalık türlerini de kapsayan karnivor balık türlerinin kültür şartlarında yetiştiriciliğı büyük oranda balık unu ve balık yağı hammaddelerinin kullanıldığı yemlere dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Kullanım alanlarındaki hızlı ve sürekli artışa bağılı olarak dünya balık yağı üretim miktarının gün geçtikçe azalması araştırmacıları ve balık yemi endüstrisini değışik yağ kaynağı bulmaya yönlendirmiştir. Bunların başında, balık yağı üretimi bakımından daha dengeli ve daha ucuz bitkisel yağ kaynakları gelmektedir. Yapılan çalışmalar, bitkisel kaynaklı yağların tamamen ya da kısmen balık yağının yerine kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca kullanılan yağların genel anlamda balıkların büyüme performansını olumsuz etkilemedikleri kanısına varılmıştır (Turchini *et al.* 2009). Kültür balıkçılığının büyümesine paralel olarak artan talep ile birlikte balık yağı üretiminin de fiyatları artmaktadır. Bütün bu gelişmeler neticesinde yetersiz kaynaklara alternatif maliyeti ucuz yem kaynaklarının bulunması su ürünleri sektöründe zorunlu hale gelmiştir.

Balık yetiştiriciliğinin genel amacı en düşük maliyetle en yüksek yaşama ve büyüme oranını elde etmektir. Balık üretiminin ekonomik ve sürdürülebilir bir şekilde devam edebilmesi için yemin besin maddeleri yönünden dengeli ve yeterli karışımlarla hazırlanmasının yanında hammadde maliyetlerinin de dikkate alınması gerekir. Bu durumda araştırmacıların doymamış yağ asitleri yönünden zengin balıklar

yetiştirebilmek için gerekli hammaddeleri uygun oranlarda ve düşük maliyetlerle bir araya getirmeleri gerekmektedir (Dernekbaşı ve Karayücel 2010).

Gökkuşaağı alabalığı ülkemizde yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan bir türdür. Diğer bazı tatlı su balıklarında olduğu gibi diyetel 18 karbonlu yağ asitlerini (LNA) EPA ve DHA gibi uzun zincirli ve insan sağılığı için çok değerli omega-3 yağ asitlerine dönüştürme yeteneğine sahiptirler (Sargent *et al.* 2002). Bu durum dikkate alındığında 18 karbonlu ÇDYA bakımından zengin olan bitkisel yağların sürdürülebilir alabalık yetiştiriciliği açısından ümit vaat ettiği söylenebilir.

Fındık birim alanda diğer yağ bitkilerine kıyasla yüksek oranda ürün ve yağ vermektedir. Ülkemiz dünyanın en önemli fındık üreticisi olup önemli bir fındık yağı üretim potansiyeline sahiptir. Fındık yağının gökkuşaağı alabalık yemlerinde kullanılabilirliği mevcut çalışmada ilk kez test edilmiştir.

Rasyonlara yeterli miktarda yağ ilave ederek hem hayvanın enerji ihtiyacı karşılanır, hem de kullanılacak yağ kaynağına bağlı olarak canlının esansiyel yağ asidi ihtiyacı karşılanmış olur. Balık yemlerine doymamış yağ asitleri bakımından zengin yağ ilavesi yapılırken yem ve hayvansal ürünlerde kısa sürede oksidasyon yaşanabileceği gibi gerek sindirim fizyolojisinde gerekse üreme fonksiyonlarında olumsuzluklar görülebilmektedir. Bu olumsuzlukların neden olacağı ekonomik kayıpları engelleyebilmek için rasyonlar hazırlanırken rasyonda kullanılacak yem maddelerindeki yağ asidi içeriği göz önünde tutulmalıdır. Aynı zamanda doymamış yağ asitleri bakımından zengin yemlerde oksidasyona bağlı bozulmaların daha kısa sürede gerçekleşeceğinden dolayı yeme son yıllarda doğal antioksidanlar katılmaktadır. Fındık yağı, doğal antioksidan olan E vitamini bakımından oldukça zengin olup bu anlamda balık yemleri için avantajlar vaat etmektedir.

Diyetel balık yağının kademeli olarak fındık yağı ile ikame edildiği mevcut çalışmada en yüksek büyüme, yemdeki yağın üçte ikisinin (%66) fındık yağından oluştuu FY10 yemi ile beslenen balıklarda gözlenmiştir. Diyetel yağların %33'ünün fındık yağından

oluştugu FY5 yemi ile beslenen balıklar da, rakamsal olarak düşük olsa dahi istatistik olarak FY10 yemine benzer büyüme sergilemişlerdir. Çalışmamızdaki en düşük büyüme ise diyetel yağların tamamının findık yağından oluştuğu FY15 yemi ile beslenen balıklarda kaydedilmiştir. Arslan *et al.* (2012) mevcut çalışmamıza benzer şekilde yaptığı çalışmada kahverengi alabalıkta diyetlerinde tamamen findık yağı kullanılan balıklarda büyüme geriliği tespit etmiş ve bunun sebebinin esansiyel yağ asidi eksikliği olduğu belirtilmiştir. Dolayısıyla gerçekleştirdiğimiz çalışmamızda da tamamen findık yağı içeren yemlerle beslenen balıklarda büyüme geriliğinin aynı sebepten kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan çalışmamızın aksine Taşbozan *et al.* (2015) sargoz balığında yaptığı çalışmasında yemde tamamen findık yağı kullanımının büyümede pozitif etki yaptığını tespit etmiştir. Ancak adı geçen araştırmada genel manada büyüme çok düşük seviyede gerçekleşmiş ve bu durum ise çalışmanın bizim çalışmamız ile kıyaslanabilirlik gücünü azaltmaktadır. Balık yağına alternatif farklı bitkisel yağlarla (ayçiçeği yağı ve soya yağı) beslenen gökkuşuğu alabalığında herhangi bir büyüme geriliği görülmediği tespit edilmiştir (Şener ve Yıldız, 2003). Yine benzer olarak mercan balığında da diyetel soya ve kanola yağının büyüme açısından diyetel balık yağı ile benzer özellik gösterdiği tespit edilmiştir (Glencroos *et al.* 2003).

Mevcut çalışmada deneysel yemlerde findık yağı miktarı arttıkça (balık yağının yerini aldıkça) doğal olarak OA miktarı da artmış, buna karşılık EPA ve DHA oranı azalmıştır. Genel anlamda deneysel yemlerle beslenen balıkların yağ asidi profili yemlerin yağ asidi profilini yansıtmıştır. Yemdeki findık yağı oranı artıp, balık yağı oranı azaldıkça balıkların OA içeriği artmış, EPA ve DHA oranı ise azalmıştır. Yemdeki balık yağı %66 oranında findık yağı ile ikame edildiğinde balıkların OA içeriği %20,0'den %52,3'e yükselmiş, tamamen balık yağı içeren yemle beslenen balıklarda ise bu oran %61,3 olarak tespit edilmiştir. Diyetel yağların tamamının balık yağından oluştuğu yemlerle beslenen balıklarda sırasıyla %8,6 ve %15,2 olan EPA ve DHA değerleri FY10 yemiyle beslenen balıklarda %1,9 ve %6,3'e, tamamen findık yağı içeren yemlerle beslenen balıklarda ise %0,5 ve %2'e düşmüştür.

Daha önce yapılan çalışmalar doymamış yağ asitleri açısından zengin olan diyetel bitkisel yağların deniz ve tatlı su türlerinde genel anlamda balık büyümesini olumsuz yönde etkilemediği ve asıl etkinin yağ asidi kompozisyonunda olduğunu göstermiştir (Turchini *et al.* 2009). Kahverengi alabalıklarda balık yağının yerini fındık yağı, soya yağı-keten tohumu yağı karışımı ve soya lesitini aldığından balıkların nötral yağlarındaki DHA oranının %14,2'den sırasıyla %1,2, %3,6 ve %3,3'e düştüğü tespit edilmiştir (Arslan *et al.* 2012). Gökkuşluğu alabalığı yemlerinde balık yağı yerine ayçiçeği yağı ve soya yağı kullanıldığında ise DHA oranı %18,3'ten her iki bitkisel yağ içeren yemle beslenen grupta da %8,8'e düşmüştür (Şener ve Yıldız, 2003).

Mevcut çalışmada, deneysel yemlerde kullanılan fındık yağı oranının artışı ile balıklardaki E vitamini içeriğinde de bir artış eğilimi görülmüştür. E vitamininin antioksidan özellik taşıdığı düşünüldüğü zaman diyetel fındık yağının balıklarda oksidatif strese ve lipid peroksidasyonuna karşı olumlu etkisinin olacağı söylenebilir. Japon deniz levreğinde (*Lateolabrax japonicus*) yapılan bir çalışmada, E vitamini bakımından zengin olan diyetel palmye yağının balıkların bağırsak ve kaslarında lipid peroksidasyonunu düşürdüğü tespit edilmiştir (Gao *et al.* 2012).

Mevcut çalışma sonuçlarına göre, gökkuşluğu alabalığında herhangi bir büyüme geriliğine sebep olmadan, tam aksine büyümeye pozitif etki yaparak diyetel fındık yağının %66 oranına kadar balık yağının yerine ikame edilebileceği görülmektedir. İnsan sağlığı açısından çok değerli olan EPA ve DHA gibi yağ asitlerinin miktarı yemdeki fındık yağı arttıkça azalmış, fakat bununla beraber %66'lık ikame oranında dahi kabul edilebilir seviyelerde kalmıştır (sırasıyla %1,9 ve %6,3). Diğer yandan çok önemli bir doğal antioksidan olan E vitamininin balıklardaki düzeyi diyetel fındık yağının artışı ile birlikte artma eğilimi göstermiştir. Sonuç itibarı ile fındık yağı %66 ikame oranına kadar hem büyümeye olumlu etki yapmış hem de belli seviyede EPA ve DHA içeriği sağlanmıştır. Yetiştiricilik şartlarındaki öncelikler dikkate alınarak (EPA+DHA içeriği, E vitamini içeriği ve büyüme) fındık yağı gökkuşluğu alabalığı yemlerinde balık yağı yerine %33 ile %66 oranları arasında ikame edilebilir.

KAYNAKLAR

- Aguiar, A. C., Cottica, S. M., Boroski, M., Sargi, S. C. *et al.*, 2011. Effects of the flaxseed oil on the fatty acid composition of tilapia heads. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 113, 269–274.
- Alvarez MJ, Diez A, Lopez-Bote C, Gallego M, Bautista JM (2000) Short-term modulation of lipogenesis by macronutrients in rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) hepatocytes. *British Journal of Nutrition* 84: 619–628.
- Anonim, 2016a. <http://www.ftg.org.tr/tr/turk-findigi-turkiyede-findik.html> (23.09.2016)
- Anonim, 2016b. <http://koop.gtb.gov.tr/data/53319cec487c8eb1e43d7299/2014%20F%C4%B1nd%20C4%20B1k%20Raporu.pdf> (23.09.2016)
- Anonim, 1993. Environmental Impact of Aquaculture in Turkey and its Relation ship and Sites of Special Protection, Recreation, Tourism (in Turkish). T.K.B, Tarımsal Üret. ve Geliş. Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Arıman Karabulut, H., ve Yandı, İ. 2006. Su Ürünlerindeki Omega-3 Yağ Asitlerinin Önemi ve Sağlık Üzerine Etkisi, Ege Üniversitesi, Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 23(1/3): 339-342.
- Arslan, M., Dabrowski, K., Portella, M.C. 2009. Growth, fat content and fatty acid profile of South American catfish, surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*) juveniles fed live, commercial and formulated diets. *Journal of Applied Ichthyology* 25 (1): 73 – 78.
- Arslan, M., Rinchar, J., Dabrowski, K., Portella, M.C., 2008. Effects of different dietary lipid sources on the survival, growth, and fatty acid composition of South American Catfish, *Pseudoplatystoma fasciatum*, Surubim, Juveniles. *Journal of the World Aquaculture Society*. 39(1), 51-61.
- Arslan, M., Sirkecioglu, N., Bayır, A., Arslan, H., Aras , M., 2012. The influence of substitution of dietary fish oil with different vegetable oils on performance and fatty acid composition of brown trout, *Salmo trutta*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 12 (3): 575-583.
- Bandarra, N.M., Rema, P., Batista, I., Pousa~o-Ferreira, P., Valent, L.M.P., Batista, S.M.G., Ozo´ rio, O.A. 2011. Effects of dietary nS3/nS6 ratio on lipid metabolism of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 113, 1332–1341.
- Barnabe, G. 1990. Culture of salmonids in freshwater. *Aquaculture*. R. Bilard (Ed.), Ellis Harward Limited ,England. 2: 549-592.
- Bautista, J. M., Garrido-Pertierra, A., Soler, G., 1988. Glucose-6- phosphate-dehydrogenase from *Dicentrarchus labrax* liver: kinetic mechanism and kinetics of NADPH Inhibition. *Biochim. Biophys. Acta*, 967, 354–363.
- Baysal, A. 2004. Beslenme, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara.
- Bell, J.G. McGhee, F. Campbell, P.J. Sargent, J.R., 2003. Rapeseed oil as an alternative to fish oil in diets of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*): Changes in flesh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil “washout”. *Aquaculture*. 218, 515-528.
- Bell, J.G., McEvoy, J., Tocher, D.R., McGhee, F., Campbell, P.J., Sargent, J.R., 2001. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo*

- salar) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. *Journal of Nutrition*. 131, 1535–1543.
- Bransden, M. P., Cobcroft, J. M., Battaglene, S. C., Morehead, D. T. *et al.*, 2005. Dietary 22: 6n-3 alters gut and liver structure and behavior in larval striped trumpeter (*Latris lineata*). *Aquaculture*, 248, 275–285.
- Brown, T.D., Francis, D.S., Turchini, G.M., 2010. Can dietary lipid source circadian alternation improve omega-3 deposition in rainbow trout. *Aquaculture* 300, 148–155.
- Caballero, M.E., Sánchez-Fernández, J.A., Moral, A. 2001. Growth and metabolic activity of (*Shewanella putrefaciens*) maintained under different CO₂ and O₂ concentrations. *International Journal of Food Microbiology*, Volume 64 (3), 277-287.
- Cort, W.M., Vicente T.S., Waysek E.H., Williams B.D., 1983. Vitamin E content of feedstuffs determined by high performance liquid chromatographic fluorescence, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 31, 1330–1333.
- Covington, M.B. 2004. Omega-3 Fatty Acids. *American Family Physician*, July 1, Volume 0, Number 1: 133-140.
- Çelikkale, M. S., 1988. İç su Balıkları ve Yetiştiriciliği. Cilt 1, K.T.Ü. Yayın No:124 Sayfa Trabzon
- Çetinkaya, O., 1989. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi, Akdeniz Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Yüksekokulu Ders Notu, Eğirdir.
- Dantagnan, H., Bórquez, A. S., Valdebenito, I. N., Salgado, I. A., Serrano, E. A. And Izquierdo, M. S., 2007. Lipid and fatty acid composition during embryo and larval development of puye *Galaxias maculatus* Jenyns, 1842, obtained from estuarine, freshwater and cultured populations. *Journal of Fish Biology*. 70, 770–781.
- Dernekbaşı ve Karayücel, 2010. Balık yemlerinde kanola yağının kullanımı *journal of fisheriessciences.com* 4(4): 469-479.
- DeSilva, S. S., Gunasekera, R. M., Collins, R., Ingram, B. A., Austin, C. M., 1997. Changes in the fatty acid profile of the Australian short fin eel in relation to development. *J. Fish Biol.*, 50, 992–998.
- Dias, J., Rueda-Jasso, R., Panserat, S., Conceição, L. E. C., 2004. Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth, lipid deposition and metabolic hepatic enzymes in juvenile Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup). *Aquacult. Res.*, 35, 1122–1130.
- Dönmez, M. ve Tatar, O. 2001. Fileto ve bütün olarak dondurulmuş gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) muhafazası süresince yağ asitleri bileşimlerindeki değişimlerin araştırılması. *E.U. Su Ürünleri Dergisi*. 18, 1-2: 125-134.
- Emidio, F., Gomes, G.C., Kaushik, S. 1993. Effects of dietary incorporation of a co-extruded plant protein (rapeseed and peas) on growth, nutrient utilization and muscle fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) *Aquaculture*, 113(4): 339-353.
- FAO, 2016. Food and agriculture organization (FAO). the state of the world fisheries and aquaculture 2016. (FAO, Rome, 2016).

- Folch, J., Less, M., Stanley G. H. S., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry* 226, 497-509.
- Gao, J., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S., Ren, T., Komilus, C. F., Han, Y., 2012. Effects of dietary palm oil supplements with oxidized and non-oxidized fish oil on growth performances and fatty acid compositions of juvenile Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus*. *Aquaculture*, 324, 97-103.
- Ge'lineau, A., Corraze, G., Boujard, T., Larroquet, L., Kaushik, S., 2001. Relation between dietary lipid level and voluntary feed intake, growth, nutrient gain, lipid deposition and hepatic lipogenesis in rainbow trout. *Reprod. Nutr. Dev.*, 41, 487-503.
- Gersande, B., Makombu, J.-G., Patrick, K., 2008. Influence of different dietary 18:3n-3/18:2n-6 on growth performance, fatty acid composition and hepatic ultrastructure in Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L., in *Aquaculture*, 284, 1-4. 144-150.
- Geurden, I., Cuvier, A., Gondouin, E., Olsen, R.E., Ruohonen, K., Kaushik, S., Boujard, T., 2005. Rainbow trout can discriminate between feeds with different oil sources, *Physiology and Behavior*. 85, 107-14.
- Glencross, B., Hawkins, W., Curnow, J., (2003). Evaluation of canola oils as alternative lipid resources in diets for juvenile red seabream, *Pagrus auratus*, *Aquaculture Nutrition*, 9: 305-315. doi:10.1046/j.1365-2095.2003.00257.x
- Goddard, S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. Printed in the United States of America, Includes bibliographical reference and index, Chapman and Hall Press, New York, 194 pp.
- Higgs, D.A., Dosanjh, B.S., Plotnikoff, M.D., Markert, J.R., Lawseth, D., McBride, J.R., Buckley, J.T., 1992. Influence of dietary protein to lipid ratio and lipid composition on the performance and marine survival of hatchery-reared chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada*, 92-3, 46-48.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., Fırat A., 2001. *Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:50. Basımevi, Bornova, İzmir, 276s.
- ISSFAL, 2004. International society for the study of fatty acids and lipids (issfal). Report of the sub-committee on: Recommendations for intake of polyunsaturated fatty acids in healthy adults. ISSFAL 2004, Brighton, England.
- Izquierdo, M. S., Obach, A., Arantzamendi, L., Montero, D., Robaina, L., Rosenlund, G., 2003. Dietary lipid sources for seabream and seabass: Growth performance, tissue composition and flesh quality. *Aquaculture Nutrition*. 9, 397-407.
- Kalogeropoulos, N., Alexis, M. N. and Henderson, R. J. 1992. Effects of Dietary Soybean and Cod-liver oil Levels on Growth and Body Composition of Gilthead bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*. 104, 293-308.
- Kaushik, S.J., 2004. Fish oil replacement in aqua feeds. *Aqua Feeds: Formulation and Beyond*. 1, 3-6.
- Kim, K. D., Kim, K. M., Kim, K. W., Kang, Y. J., Lee, S. M., 2006. Influence of lipid level and supplemental lecithin in diet on growth, feed utilization and body composition of juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*) in suboptimal water temperatures. *Aquaculture*, 251, 484-490.

- Konar, V., Köprücü, K., 2002. Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) etindeki yağ asiti miktarlarının araştırılması. F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(1): 73-78.
- Koven, W.M., Tandler, A., Sklan, D., Kissil, G.W. 1993. The association of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in the main phospholipids of different-age *Sparus aurata* larva e with growth. Aquaculture, 116: 71-82.
- Lovell, T., 1989. Nutrition and Feeding of fish. Van Nostrand Reinhold, 115 fifth Avenue, New York, New York 10003, p 111-112.
- Metcalfe, L. D. and A. A. Schmitz 1961. The rapid preparation of fatty acid methyl esters for gas chromatography. Anal. Chem. 33 :363-364.
- Nematipour, G.R., and Gatlin, D.M., 1993. Effects of different kinds of dietary lipid on growth and fatty acid composition of juvenile sunshine bass, *Morone chrysops* & female; x *M.saxatilis* & male; Aquacult. 114,141-154.
- Okumuş, I., 2000. Kültür balıklarında kalite ve 'doğal balık kültür balığı' tartışması. Fishery and Fish Product Symposium, 28-30 June, Erzurum, Turkey
- Olsen, R.E., Dragnes, B.T., Myklebust, R. and Ringo, E., 2003. Effect of Soybean Oil and Soybean Lecithin on Intestinal Lipid Composition and Lipid Droplet Accumulation of Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* Walbaum. Fish Physiology and Biochemistry. 29,181-192.
- Otha, M., Watanabe, T., 1996. Energy requirements for maintenance of body weight and activity And for maximum growth in rainbow trout. Fisheries Science, 62 (5): 737-744.
- Pickova, J., Dutta, P., Larsson, P.O., Kiessling, A., 1997. Early embryonic cleavage pattern, hatching success and egg-lipid fatty acid composition: Comparison between wocod stocks (*Gadus morhua* sp.). Can. J. of Fish. And Aquat. Sci., 54, 2410-2416.
- Polat, A., Beklevik, G., 1999. Deniz balıkları larvalarının beslenmesinde n-3 serisi yağ asitlerinin önemi ve son gelişmeler. Tr. J. Of Veterinary and Animal Sciences. 23 (3)525-530.
- Rinchart, J., Czesny, S., Dabrowski, K., 2007. Influence of lipid class and fatty acid deficiency on survival, growth and fatty acid composition in rainbow trout juveniles, Aquaculture. 267, 260-268.
- Rosenlund, G., Obach, A., Sandberg, M.G., Standal, H., Tveit, K., 2001. Effect of alternative lipid sources on longterm growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*), Aquaculture Research, 32(Suppl. 1): 323-328. doi:10.1046/j.1355-557x.2001.00025.x
- Sağlık, S., 1994. Bazı Balık, Midye ve Karides Türlerinin Yağ Asidi Kompozisyonları ve Kolesterol İçeriklerinin Gaz Kromatografik İncelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Analitik Kimya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Sargent, J., Mcevoy, L., Estevez, A., Bell, G., Bell, M., Henderson, J., Tocher, D., 1999. Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions, Aquaculture. 179, 217-229.
- Sargent, J.R., Tocher, D.R., and Bell, J.G., 2002. The lipids. In: Halver JE, Hardy RW (eds) Fish nutrition, 3rd edn. Academic, San Diego, USA. 181-257

- Se'rot T, Regost C, Prost C, Robin JH, Arzel J., 2001. Effect of dietary lipid sources on odour-active compounds in muscle of turbot (*Psetta maxima*). Journal of the Science of Food and Agriculture 81: 1339–1346.
- Subasinghe, R., Soto, D. And Jia, J., 2009. Global aqua culture and its role in sustainable development. Aquaculture 1: 2-9.
- Subhadra, B., Lochmann, R., Rawles, S., Chen, R., 2006. Effect of dietary lipid source on the growth, tissue composition and hematological parameters of largemouth bass (*Micropterus salmoides*), Aquaculture, 255:210-222. doi:10.1016/j.aquaculture.2005.11.043
- Şener, E., Yıldız, M., 2003. Effect of the different oil on growth performance and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) juveniles. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 3, 111-116.
- Taşbozan, O., Emre, Y., Gökçe, M.A., Özcan, F., Erbaş, C., Kurtoğlu, A., 2015. Alternative Vegetable Oil Sources for White Seabream (*Diplodus sargus*) Juveniles: Effects on Growth and Body Chemical Composition, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 15: 447-456
- Tocher, D. R., 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. Reviews in Fisheries Science. 11(2), 107-184.
- Torstensen, B.E., Lie, Frøyland, L., 2000. Lipid metabolism and tissue composition in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) effects of capelin oil, palm oil, and oleic acid enriched sunflower oil as dietary lipid sources. Lipids. 35, 653-664.
- Trenzado, C.E., Morales, A.E., Palma, J.M., de la Higuera, M., 2009. Blood antioxidant defenses and hematological adjustments in crowded/uncrowded rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed on diets with different levels of antioxidant vitamins and HUFA. Comp. Biochem. Physiol. C. 149, 440-447.
- Turchini, G.M., Torstensen, B.E., Ng, W.K., 2009. Fish oil replacement in finfish nutrition. Reviews in Aquaculture 1, 10–57.
- TÜİK, 2015. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (10.03.2017)
- TÜİK, 2016. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24657>
- Valente, L.M.P., Bandarra, N.M., Ffigeundo-Silva, A.C., Rema, P., Vaz-Pires, P., Martines, S., Prates, J.A.M., Nunes, M.L., 2007. Conjugated linoleic acid in diets for large-size rainbow trout: effects on growth, chemical composition and sensory attributes, British Journal of Nutrition. 97, 289-297.
- Yanık, T., 2010. Yem Maddeleri ve Yem Yapım Teknolojisi Ders Notları. Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, 141-142. Erzurum.
- Yıldız, M., Şener, E., 2004. The Effect of Dietary Oils of Vegetable Origin on the Performance, Body Composition and Fatty Acid Profiles of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) Juveniles. Turk J Vet Anim Sci., 28, 553-562.
- Yıldız, M., Şener, E., 1997. Effect of dietary supplementation with soybean oil, sunflower oil or fish oil on the growth of seabass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758).
- Yıldız, M., Şener, E., Fenerci, S., 2000. Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*)'nin yağ asidi ihtiyacı ve vücut yağı kompozisyonu. Su Ürünleri Sempozyumu, 20-22 Eylül, Sinop, 574-587.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Erzurum’da doğdu. İlk ve orta öğrenimi Erzurum’da tamamladı. 2003 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümünden 2008 yılında mezun oldu. 2009 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Tezli Yüksek Lisans eğitimine başladı ve halen devam etmektedir.

