

T.C.  
FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YEME KATILAN FARKLI BİTKİSEL LİPİT KAYNAKLARININ  
GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*ONCORHYNCHUS MYKISS* W., 1792)'NİN  
BÜYÜME, YEM DEĞERLENDİRME VE ET KALİTESİNE ETKİLERİ

Vahdettin ENGİN

Tez Yöneticisi:  
Doç. Dr. Kenan KÖPRÜCÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2008

T.C.  
FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YEME KATILAN FARKLI BİTKİSEL LİPİT KAYNAKLARININ  
GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*ONCORHYNCHUS MYKISS* W., 1792)'NİN  
BÜYÜME, YEM DEĞERLENDİRME VE ET KALİTESİNE ETKİLERİ

Vahdettin ENGİN

Yüksek Lisans Tezi  
Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Bu tez, ..... tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği /oyçokluğu ile başarılı / başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Kenan KÖPRÜCÜ

Üye:

Üye:

Üye:

Üye:

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ...../...../..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

## **TEŐEKKÖR**

Bu konunun araştırılmasında beni bilimsel çalışmaya sevk edip, konu seçimi ile araŐtırmamın planlanması, yÖrÖtÖlmesi ve tezin yazımında her tÖrlÖ yardım ve katkılarını esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. Kenan KÖPRÖCÖ'ye, araŐtırmanın yapılabilmesi için gerekli altyapıyı sunan Su Örünleri FakÖltesi Dekanlığı'na ve Su Örünleri Yetiştiriciliği Bölümü'ne, bu Yüksek Lisans Tez çalıŐmasını 1454 nolu proje ile maddi yönden destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi (FÖBAP)'ne teŐekkÖr ederim.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	III
TABLolar LİSTESİ.....	IV
ÖZET.....	VI
ABSTRACT.....	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİSİ.....	3
2.1. Gökkuşacağı Alabalığı ( <i>Onchorhynchus mykiss</i> ) Hakkında Genel Bilgiler.....	3
2.2. Balık Yemlerinde Bitkisel Yağların Kullanılması.....	5
2.3. Balık Yemlerinde Kullanılan Bitkisel Yağlar ve Özellikleri.....	6
2.3.1. Soya Yağı.....	6
2.3.2. Ayçiçeği Yağı.....	7
2.3.3. Mısır Yağı.....	8
2.3.4. Pamuk Tohumu Yağı.....	8
2.3.5. Fındık Yağı.....	8
2.4. Balıklarda Besin Maddelerinin Sindirim Derecelerinin Belirlenmesi.....	9
2.4.1. Sindirim İndikatörleri.....	10
3. MATERYAL VE METOT.....	12
3.1 Materyal.....	12
3.1.1. Balık Materyali.....	12
3.1.2. Yem Materyali.....	12
3.2. Metot.....	13
3.2.1. Denemenin Planlanması ve Kurulması.....	13
3.2.2. Araştırma Yemlerinin Hazırlanması.....	14
3.2.3. Dışkı Örneklerinin Toplanması.....	19
3.2.4. Büyüme ve Yem Parametrelerinin Hesaplanması.....	19
3.2.4.1. Canlı Ağırlık Artışı.....	20
3.2.4.2. Oransal Büyüme .....	20
3.2.4.3. Ağırlıkça Günlük Spesifik Büyüme Oranı.....	20
3.2.4.4. Kondisyon Faktörü.....	21
3.2.4.5. Günlük Yem Miktarı.....	21
3.2.4.6. Yem Dönüşüm Oranı .....	21
3.2.4.7. Protein Etkinlik Oranı.....	21
3.2.4.8. Protein Değerlendirme İndeksi.....	22

3.2.4.9. Hepatosomatik İndeks.....	22
3.2.4.10. Viserosomatik İndeks.....	23
3.2.4.11. Sindirim Katsayısının Hesaplanması.....	23
3.2.5. Kimyasal Analizler.....	23
3.2.6. Araştırma Yemlerinin Ekonomik Analizi.....	24
3.2.7. Verilerin Değerlendirilmesi.....	24
4. BULGULAR.....	25
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	34
6. KAYNAKLAR.....	37

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

<b>Şekil 3.1.</b> Hamur haldeki yem materyalinin kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirilmesi.....	17
<b>Şekil 3.2</b> Hazırlanan peletlerin kurutma tepsilerine yerleştirilmesi.....	17
<b>Şekil 3.3.</b> Peletlenen yemlerin yem fırınında kurutulması.....	18
<b>Şekil 3.4.</b> Kurutulmuş pelet yemler.....	18

## TABLolar LİSTESİ

Sayfa

<b>Tablo 2.1.</b> Soya yağının yağ asidi bileşimi (Nas ve diğ., 2001)..	7
<b>Tablo 2.2.</b> Ayçiçeği yağının yağ asidi kompozisyonu (Nas ve diğ., 2001).....	7
<b>Tablo 2.3.</b> Mısır yağını yağ asidi kompozisyonu ve trigliserid bileşimi (Nas ve diğ., 2001)...	8
<b>Tablo 2.4.</b> Fındık yağının yağ asidi kompozisyonu (URL 1).....	8
<b>Tablo 3.1.</b> Araştırma yemlerinde kullanılan yem öğelerinin ham besin madde ve toplam enerji düzeyleri.....	12
<b>Tablo 3.2.</b> Araştırma yemlerinde kullanılan yağların yağ asidi düzeyleri.....	13
<b>Tablo 3.3.</b> Araştırma yemlerinin formül yapısı (%).....	15
<b>Tablo 3.4.</b> Araştırma yemlerinin ham besin maddeleri ve toplam enerji düzeyleri.....	16
<b>Tablo 3.5.</b> Araştırma yemlerinin yağ asidi düzeyleri.....	16
<b>Tablo 3.6.</b> Araştırma yemlerinin ve kullanılan yem öğelerinin birim fiyatları.....	19
<b>Tablo 4.1.</b> Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama canlı ağırlıkları (g).....	26
<b>Tablo 4.2.</b> Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama toplam boyları (cm).....	26
<b>Tablo 4.3.</b> Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama canlı ağırlık artışları (g)...	27
<b>Tablo 4.4.</b> Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama oransal büyümeleri (%)... 27	
<b>Tablo 4.5.</b> Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre günlük ortalama spesifik büyüme oranları (%).....	27
<b>Tablo 4.6.</b> Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama kondisyonları.....	27
<b>Tablo 4.7.</b> Araştırma gruplarındaki balıkların canlı ağırlığa göre aylık yem tüketimleri (g)...	28
<b>Tablo 4.8.</b> Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama yem dönüşüm oranları....	28
<b>Tablo 4.9.</b> Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre protein etkinlik oranına ait ortalama değerler.....	28
<b>Tablo 4.10.</b> Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonundaki ortalama protein değerlendirme indeksi.....	28
<b>Tablo 4.11.</b> Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonundaki ortalama hepatosomatik indeks değerleri.....	29
<b>Tablo 4.12.</b> Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonundaki ortalama viserosomatik indeks değerleri.....	29
<b>Tablo 4.13.</b> Araştırma gruplarındaki balıkların dışkı örneklerindeki ham besin maddeleri, kromoksit (%) ve toplam enerji (kkal/kg) düzeyleri.....	30
<b>Tablo 4.14.</b> Kontrol ve deneme yemlerindeki besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranları (%) ile sindirilebilir enerji düzeyleri (kkal/kg).....	30

<b>Tablo 4.15.</b> Araştırma gruplarındaki balıkların denemenin başlangıcında ve sonunda tüm vücut etindeki ham besin madde (kuru maddenin %'si olarak) ve enerji (kkal/kg) düzeyleri.....	31
<b>Tablo 4.16.</b> Araştırma grubu balıkların kaslarındaki yağ asidi düzeyleri.....	32
<b>Tablo 4.17.</b> Araştırma grubu balıkların karaciğerlerindeki yağ asidi düzeyleri.....	33
<b>Tablo 4.18.</b> Araştırma yemlerinin ekonomik analizine ait değerler.....	33

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### YEME KATILAN FARKLI BİTKİSEL LİPİT KAYNAKLARININ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*ONCORHYNCHUS MYKISS* W., 1792)'NİN BÜYÜME, YEM DEĞERLENDİRME VE ET KALİTESİNE ETKİLERİ

Vahdettin ENGİN

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

2008, Sayfa: 41

Bu çalışmada, yeme katılan farklı bitkisel lipit kaynaklarının gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin büyüme (ağırlık artışı, oransal büyüme, ağırlıkça günlük spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü, hepatosomatik indeks ve viserosomatik indeks), yem değerlendirme (yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, protein değerlendirme indeksi, deneme yemlerindeki besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranları) ve etin kimyasal kalitesine (ham protein, yağ, yağ asitleri, kül, lif, azotsuz öz madde, su ve enerji düzeyleri) olan etkileri araştırıldı.

Bu amaçla lipit kaynağı olarak %17 oranlarında balık yağı, soya yağı, ayçiçeği yağı, mısır yağı, pamuk tohumu yağı ve fındık yağı kullanılarak sırasıyla kontrol, 1, 2, 3, 4 ve 5 nolu deneme yemleri hazırlandı. Denemeler üç tekrar halinde gerçekleştirildi. Balıklara yemleme katsayısı ve canlı ağırlıkları dikkate alınarak hesaplanan yem miktarı, 12±2 °C su sıcaklığında, günde üç öğün halinde olmak üzere 3 ay süreyle verildi.

Çalışmanın sonucunda deneme gruplarının; canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, ağırlıkça günlük spesifik büyüme oranı, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı ve hepatosomatik indeks değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulundu ( $p<0,05$ ). Diğer taraftan, kondisyon faktörü, yem tüketimi, protein değerlendirme indeksi, viserosomatik indeks değerleri, araştırma yemlerindeki ham protein, yağ, kül, lif ve enerjinin sindirilme oranları, 1 kg balık üretimi için yem maliyetleri arasındaki farklılıklar ise istatistiksel olarak önemsiz bulundu ( $p>0,05$ ) Ayrıca araştırma gruplarındaki balık etlerinin ham kül, lif, azotsuz öz madde, n-3 ve n-6 serisi yağ asitleri oranları, karaciğerdeki n-6 serisi yağ asidi değerleri arasındaki farklılıkların önemli ( $p<0,05$ ), balık etlerinin ham protein, yağ, su, toplam enerji ve karaciğerdeki n-3 serisi yağ asidi düzeylerine ait değerler arasındaki farklılıkların ise önemsiz ( $p>0,05$ ) olduğu belirlendi.

Bu çalışmada elde edilen verilerin ışığı altında, gökkuşığı alabalığı yeminde balık yağının tamamı yerine soya yağı, ayçiçeği yağı, mısır yağı veya fındık yağının kullanılmasının mümkün olduğu, pamuk tohumu yağının kullanılmasının ise uygun olmadığı sonucuna varıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), bitkisel lipit kaynakları, büyüme, yem değerlendirme, etin kimyasal kalitesi, besin ve enerji sindirimi.

## ABSTRACT

Master Thesis

### EFFECTS OF DIETARY SUPPLEMENTATION WITH DIFFERENT VEGETABLE LIPID SOURCES ON GROWTH, FEED UTILIZATION AND MEAT QUALITY IN RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS* W., 1792)

Vahdettin ENGİN

Firat University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Aquaculture

2008, Page: 41

In this study, the effects of dietary supplementation with different vegetable lipid sources on the growth (live weight gain, relative growth rate, daily specific growth rate, condition factor, hepatosomatic index and viserosomatic index), feed utilization (feed intake, feed conversion ratio, protein efficiency ratio, protein productive value, apparent digestibility ratios of nutrients and energy in the experimental feeds) and chemical quality of meat (crude protein, fat, fatty acids, ash, fiber, nitrogen free extract, moisture and total energy) of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) were investigated.

For this purpose, control and experimental diets 1, 2, 3, 4 and 5 were prepared at the lipid ratio 17% used fish oil, soybean oil, sunflower oil, corn oil, cotton seed oil and hazelnut oil, respectively. Three replicates were conducted for each trials. Feeding rate was calculated as the feeding coefficient and percentage of the live weight was given to fishes three times in a day during 3 months at  $12\pm 2$  °C of water temperature.

At the end of this study, there was a significant differences between experimental groups in the live weight gain, relative growth rate, daily specific growth rate, feed conversion ratio, protein efficiency ratio and hepatosomatic index values ( $p < 0.05$ ). On the other hand, there was not determined significant differences between the condition factor, feed intake, protein productive value, viserosomatic index, apparent digestibility ratios of crude protein, fat, ash, fiber and energy in the experimental diets and the feed costs for 1 kg fish produce ( $p > 0.05$ ). In addition, there was a significant differences between the crude ash, fiber, nitrogen free extract, n-3 and n-6 series fatty acid values in the fish meat of the experimental groups and n-6 series fatty acid values in the fish liver ( $p < 0.05$ ) but these relations were not significant for the crude protein, fat, moisture and total energy in fish meat, and n-3 series fatty acid values in the fish liver ( $p > 0.05$ ).

Under the light of this study, it is concluded that it is possible to use a certain amount of soybean oil, sunflower oil, corn oil or hazelnut oil instead of fish oil in rainbow trout diets but cotton seed oil is not suitable to use.

**Keywords:** Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), vegetable lipid sources, growth, feed utilization, chemical quality of meat, digestibility of nutrient and energy.

## 1. GİRİŞ

Balıklar da diğer canlılarda olduğu gibi, yaşamak, gelişmek, üremek ve diğer fizyolojik aktivitelerini yerine getirmek için enerjiye ihtiyaç duyarlar. Enerji balıklarda metabolizmanın tüm safhaları için gereklidir. Balıkların ihtiyaç duydukları bu enerjiyi karşılayabilecek en önemli kaynaklardan bir tanesi de lipitlerdir. Lipitler, gliserin taşıyan ve yağ asitlerinin bileşiminden oluşan, suda erimeyen, eter, kloroform ve benzen gibi organik çözücülerde eriyebilen organik bileşiklerdir (Halver ve Hardy, 2002).

Tatlı su balıklarının larvalarının beslenmesinde linolenik ve linoleik yağ asitlerinin dengeli bir şekilde bulunması optimal yaşama oranını sağlamaktadır (Higgs ve diğ., 1992). Yine aynı şekilde linolenik (18:3n-3), araşidonik (20:4n-6) ve eikosapentaenoik (20:5n-3) yağ asitlerinin varlığı tatlı su balıklarının yumurtalarında kaliteyi arttırmaktadır (Pickova ve diğ., 1997). Birçok deniz balığının spermelerindeki linolenik yağ asidi, sperm kalitesini yükseltmekte, kısırılığı gidermekte ve sperm fonksiyonlarını düzenlemektedir (Tinoco, 1982). Ayrıca, dokosaheksaenoik asidinin (22:6n-3) varlığı erkek balıklarda kısırılığı önlemektedir (Halver ve Hardy, 2002). Deniz balığı larvalarının yemlerinde dokosaheksaenoik yağ asidi, larvaların sinir dokularının gelişimini ve büyümeyi hızlandırmaktadır. Dolayısıyla lipitler kaliteli yumurta üretimi, larvaların hayatta kalma oranının artırılması, dengeli bir büyüme ve gelişme için gerekli olan önemli organik bileşikleridir (Bell ve diğ., 1995; Navarro ve diğ., 1999; Hoşsu ve diğ., 2003).

FAO istatistiklerine göre 2002 yılında dünya balık yağı üretimi 1,36 milyon tonu geçmektedir (FAO, 2002). Üretilen bu yağların % 70'inden fazlası balık yemi endüstrisinde kullanılmaktadır (Olsen ve diğ., 2004). Balık yağları özellikle salmon balıkları başta olmak üzere deniz balıklarının yemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Son on yılda, balık yemlerindeki yağ oranı %10-12'lerden özellikle salmon balıkları yemlerinde %35'leri geçen oranlara çıkartılabilmektedir (Ibeas ve diğ., 1996). Bu artış büyük ölçüde balık yağı ile karşılanmakla birlikte, yapılan araştırmalar balık yağı yerine bitkisel kaynaklı alternatif lipit kaynaklarının kullanılabilirliğini göstermiştir (Ibeas ve diğ., 1996; Peres ve Oliva-Teles, 1999; Steffens, 1997; Vergara ve diğ., 1999; Serot ve diğ., 2001; Montero ve diğ., 2003; Regost ve diğ., 2003; Zelenka ve diğ., 2003; Menoyo ve diğ., 2005; Ballestrazzi ve diğ., 2006).

Balık yetiştiriciliğinin artışına paralel olarak, balık yemlerinde ihtiyaç duyulan lipit miktarının karşılanmasında sınırlı miktarda üretilen ve pahalı olan balık yağları yerine üretimi

gittikçe artan alternatif bitkisel lipit kaynaklarının kullanılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır (FAO, 2002).

Bir tarım ülkesi olan Türkiye’de n-6 PUFA’ları yüksek oranda içeren 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 olmakla birlikte, yapılan araştırmaların yetersiz olduğu görülmüştür (Yıldız ve Şener, 1997; Polat ve Beklevik, 1999; Yıldız ve diğ., 2000).

Balık beslemede diğer organik ve inorganik bileşiklere oranla lipitler hakkında çok az çalışma yapılmış olup, bu konudaki bilgiler sınırlıdır (De Silva ve Anderson, 1995; Lovell, 1998; NRC, 1999; Halver ve Hardy, 2002). Balıkların beslenmesinde büyük öneme sahip olan lipitler bakımından da dengeli ve fiyat bakımından ekonomik olan yemlerin hazırlanabilmesi için; balıkların özellikle esansiyel yağ asidi (araşidonik, eikosapentaenoik, dokosaheksaenoik, oleik, linolenik ve linoleik yağ asitleri) ihtiyaçlarının doğru olarak tespit edilmesi, farklı balık türleri için kullanılacak lipit kaynaklarının, bunların fiziksel, kimyasal özelliklerinin ve biyolojik etkinliklerinin, lipit metabolizmasının detaylı olarak bilinmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nın; büyüme (ağırlık artışı, oransal büyüme, günlük spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü), yem değerlendirme (yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, protein değerlendirme indeksi, protein, yağ, kül, lif ve enerji sindirim oranları), hepatosomatik indeks, viserosomatik indeks, etin kimyasal kalitesi (ham protein, yağ, kül, lif, azotsuz öz madde, su ve enerji düzeyleri), et ve karaciğerdeki yağ asidi düzeylerine yemdeki balık yağının tamamı yerine farklı bitkisel lipit kaynaklarının (soya yağı, ayçiçeği yağı, mısır yağı, pamuk tohumu yağı ve fındık yağı) kullanılmasının etkileri araştırıldı.

## 2. LİTERATÜR BİLGİSİ

### 2.1. Gökkuşuğu Alabalığı (*Onchorhynchus mykiss*) Hakkında Genel Bilgiler

Alabalıklar Salmonidae ailesine mensup balıklardır. Bunlar soğuk, berrak, bol oksijenli akarsu, kaynak suları ve göllerde yaşayan, iç su balıkları içinde en lezzetli ve sevilen balıklardır. Bu aileye ait balıklar genellikle ince uzun, iğ şeklinde olup, sırt yüzgeci ile kuyruk yüzgeci arasında bir yağ yüzgeci taşırlar. Karnivor balıklardır. Ağızlarında türlere göre değişen miktarlarda dişler taşırlar. Genellikler, yine türlere göre değişen, çeşitli renkleri vardır.

Bu aileye mensup olan balıkları başta iki büyük grup altında toplamak mümkündür:

a. Tamamen iç sularda yaşayanlar (bunlara hakiki alabalık denir).

b. Hayatlarının bir kısmını tatlı sularda, diğer bir kısmını denizlerde geçirenler (bunlar anadrom balıkların en tipik özelliklerini oluşturan salomonlar ve deniz alabalıklarıdır).

Gerek birinci grupta ve gerekse ikinci grupta olanların hepsi tatlı sularda ürerler. Üreme şekli her iki grupta da hemen hemen aynıdır. Denizlerde cinsi olgunluğa ulaşan salomonlar ve deniz alabalıkları uzun bir göçten sonra tatlı sulara girerler, akarsuyun kaynak kısmına doğru çıkarak orada kum, çakıllık, sığ berrak ve oksijence zengin su bulunan yerlerde yumurta bırakırlar. Daha sonra erkek balık tarafından yumurtalar döllenir. Buradaki su sıcaklığına bağlı olarak 2–4 ay arasında çıkan yavrular, yumurta keselerini tüketinceye kadar, 15–20 gün bu çukurlarda kalırlar. Serbest yüzme devresine ve dışarıdan yem almaya başlayınca bu çakıllar arasından çıkarlar. Buradan da 6 ayla 1,5 yıl arasındaki dönemde tatlı sularda kalan bu yavrular tekrar denize dönerler. Denizde de cinsel olguluğa eriştikten sonra tekrar tatlı sulara dönerler.

Alem:	Animalia
Şube:	Chordata
Alt şube:	Vertebrata
Üst sınıf:	Osteichthyes
Sınıf:	Actinopterygii
Alt Sınıf:	Neopterygii
Üst Takım:	Ostariophysi
Takım:	Salmoniformes
Aile:	Salmonidae
Cins:	<i>Onchorhynchus</i>
Tür:	<i>Onchorhynchus mykiss</i>

Gökkuşığı alabalığı kuzey Amerika kökenli bir balık olup, D IV, 10; A III, 10; VI, 8; P I, 12; C 19 ışıklıdır. Pul formülü 135. 21/ 20. 150'dir. Baş ve vücut şekli dere alabalığına benzer. Kuyruk yüzgeci çatallı, ağız yarığı gözün arka kenarına kadar ulaşır. Burun dere alabalığından daha uzun, sapan kemiği plakası 5 köşeli, arka kenarında 4 diş bulunur. Vomer kemiği uzantısı kuvvetlice bükülmüş ve bir iki sıra dişlidir. Renk değişken olup, genelde sırt koyu yeşilden kahve yeşile kadar değişir. Yanlar daha açık, karın gümüş beyazlığındadır. Yan hat boyunca geniş, kırmızı, pembe gökkuşığı renginde bir renk bulunur ve üreme döneminde erkelerde bu bant çok daha göz alıcı olur ki, balığın adı da bundan gelir.

Baş, vücudun yan tarafları, sırt, kuyruk ve yağ yüzgeçlerinde, genelde küçük birçok siyak benekler bulunur.

Cinsi olguluk 2-3 yaşında, üreme aralık mayıs ayları arasında olur. 1 kg canlı ağırlığa 1600- 2000 yumurta verir. Larvalar ortalama 310 gün derecede çıkarlar. Karnivor olan bu balık hayvansal gıdalarla beslenir. Yetiştiriciliği 100 yılı aşkın bir süredir yapılmaktadır. Türkiye de ise 1969 dan beri yetiştiriciliği yapılmaktadır. Hızlı gelişir. Uygun kültür koşullarında bir yılda 250 gr ortalama ağırlığa ulaşır. 12 yıl kadar yaşar. 15 kg ağırlık ve 150 cm boya kadar büyür. Kültürü nedeniyle dünyanın her tarafında yayılmıştır. Bugün alabalık yetiştiriciliği denildiğinde büyük ölçüde ve ilk olarak akla gökkuşığı alabalığı gelir. Bu balığın yetiştiricilikte tercih edilmesinin başlıca nedenlerini şöyle sıralayabiliriz;

- Çevre koşullarına çok iyi uyum göstermesi, nispeten yüksek sıcaklıklara dayanıklı olması.
- Aktif yem alması nedeniyle kolay yemlenmesi ve iyi yemlenme koşulları altında iyi gelişme göstermesi.
- Diğer alabalık türlerine nazaran daha kısa bir kuluçka dönemine sahip olması.
- Sağım, döl alımı, yavruların yapay yemlerle beslenme ve büyütme işlemlerinin daha kolay olması, dolayısıyla daha ekonomik olması.
- Yetiştiriciliği'nin 100 yılı aşkın bir süredir yapılıyor olması nedeniyle pek çok yetiştiricilik sorunun çözümlenmiş olmasıdır (Çelikkale, 1988).

## 2.2. Balık Yemlerinde Bitkisel Yağların Kullanılması

Balık yemlerinde, balık yağının bir kısmı yerine alternatif bitkisel yağ kaynakları yaygın olarak kullanılmakta ve balıkların büyümeleri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Ancak bu çalışmalarda kullanılan farklı bitkisel yağlar, balık yağı ile birlikte ve balık yağının bir kısmı yerine katılarak kullanılmıştır.

Normal gelişim için gökkuşaağı alabalığı yemlerinde % 1 oranında 18:3 n-3 yağ asidinin bulunması gerekmektedir (Otha ve Watanabe, 1996; Emidio ve diğ., 1993). Diğer balıklarda olduğu gibi gökkuşaağı alabalığı da n-3 ve n-6 serisi yağ asitlerine ihtiyaç duyar. Esansiyel yağ asitleri bakımından yetersiz yemlerle beslenmeleri durumunda spesifik olan bazı yetersizlik belirtilerini gösterirler (Goddard, 1996). Diğer çiftlik hayvanlarının aksine balıkların kaslarında genellikle n-3 serisi yağ asitlerinden HUFA'lar yüksek miktarda bulunur. Deniz ve tatlı su balıklarının EFA ihtiyaçları önemli düzeyde farklılık gösterir (Otha ve Watanabe, 1996; Yıldız ve Şener, 1997).

Diğer balıklarda olduğu gibi, gökkuşaağı alabalıkları da normal gelişim için yemlerinde n-3 serisi yağ asitlerinden özellikle eikosapentaenoik asit (20:5n-3), dokosaheksaenoik asit (22:6n-3) ve araşidonik asit (20:4 n-6)'lere ihtiyaç duyarlar (Kiesling ve diğ., 2001; Koven ve diğ., 1993; Otha ve Watanabe, 1996; Sanz ve diğ., 1994; Sargent ve diğ., 1997). Bu yağ asitleri larval periyot süresince membran fonksiyonları, yaşama oranı ve büyüme performansı üzerinde önemli etkilere sahiptirler. Yapılan çalışmalarda, gökkuşaağı alabalığının et ve karaciğerindeki yağ asitleri miktarının yemdeki esansiyel yağ asitleri tarafından etkilendiği tespit edilmiştir (Emidio ve diğ., 1993; Rouhonen ve diğ., 1998).

Şener ve Yıldız (2003), yavru gökkuşaağı alabalıklarının büyüme performansı ve tüm vücut etinin yağ asidi kompozisyonu üzerine farklı kaynaklı yağların etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla %44 oranında ham protein ve %14 oranında balık yağı içeren bir kontrol yemini oluşturmuşlardır. Bu yemdeki balık yağının yerine aynı oranda ayçiçeği yağı ve soya yağını ayrı ayrı kullanarak deneme yemlerini oluşturmuşlardır. 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 olarak saptanmış olup farklılıklar istatistiksel olarak önem ( $p<0,05$ ) taşımaktadır. Bu yemlerle 5,78 g ağırlığındaki gökkuşaağı alabalıklarını 2 ay süreyle beslemişlerdir. 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 kazanmışlardır. 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 gökkuşaağı 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 edilmiştir. 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 saptanmıştır. Balıkların karaciğerindeki n-3 serisi yağ asitleri toplamının sırasıyla; % 41.33, % 29.69 ve % 33.35 oranlarında, n-6 serisi yağ asitleri toplamının ise; %6.37, %22.03 ve % 15.84 oranlarında olduğu belirlenmiştir. Deneme gruplarındaki balıkların et ve karaciğerindeki n-3 ve n-6 serilerine ait yağ asidi oranları arasındaki farklılıkların önemli olduğu ( $p<0,05$ ) tespit edilmiştir. Şener ve Yıldız (2003) sonuç olarak, yavru gökkuşuğu alabalıklarının yemlerinde balık yağının tamamı yerine (% 14 oranında) ayçiçeği ve soya yağlarının kullanılabilceği sonucuna varmışlardır.

Yıldız ve Şener (2004), deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yemlerinde balık yağı, soya yağı, ayçiçeği yağı ve zeytin yağını kullanmışlardır. Araştırma yemlerinin ham yağ oranını %12 ve ham protein oranını %57 olarak belirlemişlerdir. Yağ asidi analizlerinde, balık yağı içeren yemlerde eikosapentaenoik asit (EPA) (%7,57) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) (%11,91), soya yağı içeren yemlerde linolenik asit (%5,50) ve zeytinyağı içeren yemlerde oleik asit (%62,69)'in diğer yemlere göre daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, linoleik asit soya yağı içeren yemlerde %40,66, ayçiçeği yağı içeren yemlerde %44,58 ve mısır yağı içeren yemlerde %45,57 oranında bulunmuştur. Çalışma sonunda en iyi canlı ağırlık artışı ve yem değerlendirme oranı balık yağı içeren yemle beslenen gruptan elde edilmiştir. Bununla birlikte mısır yağı içeren yemle beslenen gruptaki balıklardan sağlanan canlı ağırlık artışı diğer gruptakilerden daha düşük düzeyde bulunmuştur. Deneme sonunda, elde edilen balıkların karkasındaki ham yağ analizlerine göre; balık yağı ilave edilen yemle beslenen balıklarda en yüksek yağ düzeyi belirlenmiştir. Tüm vücut etindeki yağ asidi analizlerinde de en yüksek EPA ve DHA değerleri yine balık yağı ilave edilen yemle beslenen balıklardan sağlanmıştır. Soya yağı ilave edilen yemle beslenen balıklarda linolenik ve linoleik yağ asitleri en yüksek düzeyde bulunmuştur. Zeytin yağı ilave edilen yemle beslenen balıklarda ise oleik asit en yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde, deneme gruplarına ait balıkların canlı ağırlık artışı, karkastaki yağ ve yağ asidi miktarlarına ait değerler arasında farklılıklar önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur.

### **2.3. Balık Yemlerinde Kullanılan Bitkisel Yağlar ve Özellikleri**

#### **2.3.1. Soya Yağı**

Soya fasulyesi yağı, *Soja max* bitkisi baklasının tohumlarından (ortalama yağ içeriği % 20, kuru madde de) elde edilmektedir. Ham yağ presleme ve solvent ekstraksiyon metotlarıyla

elde edilir. Soya yağı hidrojene edilmeden diğer yağlarla kullanılır. Fakat kullanımı hava ve yüksek sıcaklıklara maruz kalındığında, değişime olan meyle sınırlandırmaktadır. İyi kalitedeki soya yağı açık kahverengi renge sahiptir. Alkali rafinasyonla, bitkisel yağların çoğunda olduğu gibi rengi açık sarıya dönüştürülmektedir. Ham yağ, özellikle solvent ekstraksiyonu ile elde edilen, lesitin gibi bazı fosfatidleri içeren nongliserid maddeleri %1,5–2,5 oranında içerebilmektedir.

**Tablo 2.1.** Soya yağının yağ asidi bileşimi (Nas ve diğ., 2001).

Yağ Asitleri	Değişim Aralığı (%)
Miristik asit ve daha küçük yağ asitleri	İz 2,5
Palmitik asit	7-11
Stearik asit	2-6
C20 ve daha yüksek molekülü yağ asitleri	0,3-3
Toplam doymuş yağ asitleri	11-20
C16 ve daha aşağısı	İz-1
Oleik asit	15-33
Linoleik asit	43-56
Linoleni asit	5-11
Toplam doymamış yağ asitleri	83-90

### 2.3.2. Ayçiçeği Yağı

Ayçiçeği yağı % 26–36 arasında yağ içeriğine sahiptir. Dünyada geniş bir tüketim alanı bulan bu yağ bitkisel yağlar içerisinde ikinci sırada bulunmaktadır. Serbest yağ asidi içeriği ise diğer yağlardan % 0,5 ve daha yüksek düzeyde bulunmaktadır. Ayçiçeği yağ % 15 doymuş % 85 doymamış yağ asidi içeriğine sahiptir.

**Tablo 2.2.** Ayçiçeği yağının yağ asidi kompozisyonu (Nas ve diğ., 2001).

Yağ Asitleri	Değişim Aralığı (%)
Palmitik asit	3–6
Stearik asit	1–3
Araşhidik asit	0.6–4
Behenik asit	İz–0,8
Lignoserik asit	İz–0,4
Toplam doymuş yağlar	8,7–14,2
Oleik asit	14–43
Linoleik asit	44–75
Linolenik asit	İz–2
Toplam doymamış yağ asitleri	85–91

### 2.3.3. Mısır Yağı

Mısırın yaş veya kuru öğütülmesi ile elde edilen bir yağ ürünüdür. Yüksek oranda çoklu doymamış ve çok az oranda da doymuş yağ içerir.

**Tablo 2.3.** Mısır yağının yağ asidi kompozisyonu ve trigliserid bileşimi (Nas ve diğ., 2001).

Yağ Asitleri	Değişim Aralığı (%)
Miristik asit	İz-1,7
Palmitik asit	8-12
Stearik asit	2-5
C20-22 doymuş yağ asitleri	İz-0,2
Toplam doymuş yağ asitleri	10-18,9
Hekzadekenoik asit	0,8-18
Oleik asit	38-52
Linoleik asit	5-11
Linolenik asit	0-0,6
Toplam doymamış yağ asitleri	82-88

### 2.3.4. Pamuk Tohumu Yağı

Pamuk tohumu yağında oleik ve linoleik asidin miktarı toplam yağ asitleri içinde % 65-70'ini teşkil eder. Bu yağdaki esas doymuş yağ asidi % 25-30'luk oranla palmitik asittir (Nas ve diğ., 2001).

### 2.3.5. Fındık Yağı

Fındık yağı doymamış yağ asitleri bakımından oldukça zengin olup, yapısındaki yağ asitleri ve miktarları Tablo 2.4'de verilmiştir.

**Tablo 2.4.** Fındık yağının yağ asidi kompozisyonu (URL 1).

Yağ Asitleri	Değişim Aralığı (%)
Palmitik (16:0)	4,0-8,0
Palmitoleik (16:1)	0,1-0,6
Stearik (18:0)	1,5-3,5
Oleik (18:1)	68,0-85,0
Linoleik (18:2)	7,0-15,0
Linolenik (18:3)	0,1-0,5
Araşhidik (20:0)	0,1-0,5
Eikosenoik asit (20:1)	0,1-0,3
Behenik (22:0)	< 3

#### 2.4. Balıklarda Besin Maddelerinin Sindirim Derecelerinin Belirlenmesi

Balıklarda sindirim kanalına alınmış besinler, kanalın kendine özgü ritmik hareketleri ile kanal boyunca hareket ederler. Besinlerin bu hareketi, kas kontraksiyonları ile oluşan peristaltik kasılma ve gevşemelerle oluşur. Besinler bu hareketler sırasında çeşitli etkiler altında sindirilir ve emilirler. Sindirim; alınan yemin fiziksel yapısı, çeşidi ve bünyesindeki enzim aktivitesine bağlı olarak kanal boyunca bileşenlerine ayrılması ve bu işlemlerde doğrudan veya dolaylı olarak etkili olan salgılanma olaylarının tümüdür (Çetinkaya, 1995; Hoşsu ve diğ., 2003).

Sindirim kanalına giren besinlerin bir kısmı da herhangi bir parçalanmaya uğramadan, önemli bir sindirim safhası geçirmeden emilerek kan ve lenf dolaşım sistemlerine geçerler. Sindirim işlemi mekanik (fiziksel), sekretoriyal (kimyasal, enzimatik) ve mikrobiyolojik karakterdeki etkilerle oluşur. Mekanik sindirimde ağız ve yutakta bulunan dişler ve sindirim kanalının hareketleri etkilidir. Sekretoriyal sindirim; mide, bağırsak, pilorik seka, karaciğer, pankreas tarafından salgılanan enzimlerin ve enzim olmayan diğer kimyasal maddelerin (HCl, safra) etkisi altında gerçekleşir. Balıkların pek azında görülen ve pratikte önemi bulunmayan mikrobiyal sindirim (ruminant hayvanlar için hayati öneme sahiptir) ise barsak florasını oluşturan bakterilerin faaliyetleriyle sağlanmaktadır. Vücutta sindirilemeyen maddeler absorbe edilemez ve dışkı olarak dışarı atılır (Halver, 1989; Çetinkaya, 1995; DeSilva ve Anderson, 1995; Lovell, 1998; NRC, 1999; Halver ve Hardy, 2002).

Sindirim denemeleri yemlerdeki besin maddelerinin ne ölçüde sindirildiğini yani, besin maddelerinin ne kadarının vücutta tutulduğunu tespit etmek amacıyla yapılır. Kara hayvanlarına uygulanan standart sindirim metotlarını balıklara uygulamada birçok sorun vardır. Bunlardan başlıcaları şunlardır (Akyurt, 1993):

- Balıklarda ilk yem almaya başlayan yavrular, kara hayvanlarına oranla çok küçüktür. Bu nedenle, eğer ölçümler bireysel olarak yapılacaksa çok özel mikro tekniklere ihtiyaç vardır. Bu durum balıklarda örneklerin analizi için grup halinde çalışılmasını zorunlu kılmıştır.
- Balıklar tarafından suya bırakılan atık ürünlerini sudan tam olarak ayırmak zordur. Bu nedenle özel metotların geliştirilmesi gereklidir.
- Balıklar metabolik atık ürünlerinin büyük bir kısmını solungaçlarıyla dışarı atarlar.
- Balıklarda vücut sıcaklığı sabit olmayıp su sıcaklığına bağlı olarak değişir. Değişen su sıcaklığı da besin maddelerinin sindirim ve absorpsiyonunu etkiler.

Balıklarda sindirim denemeleri, in vivo (canlıda) ve in vitro (tüpte) olmak üzere iki yöntemle belirlenebilmektedir. Canlıda yapılan sindirim denemelerinde ise klasik yöntem (direkt metot) ve indikatör yöntemi (indirekt metot) kullanılmaktadır. Klasik yöntem (direkt metot) ile sindirim oranının tespitinde tüketilen yem ve atılan dışkı miktarının belirlenmesi büyük önem taşır. Bununla beraber, tüketilen yem miktarı ve atılan toplam dışkı miktarının tespitinde birçok hata ortaya çıkmaktadır. Öncelikle, balıklar tarafından tüketilen yem miktarının belirlenmesindeki güçlük ve atılan dışkının su ortamında parçalanması nedeniyle fekal kayıpların ihmal edilmesi nedeniyle bu yöntem birçok problem doğurmaktadır. Ayrıca, bunun gibi yöntemler pahalı olduğu ve dikkat gerektirdiğinden pek fazla kullanılmamaktadır (De Silva ve Anderson, 1995; Hoşsu ve diğ., 2003). İndikatör yöntemi (indirekt metot) klasik yöntemle birlikte en çok kullanılan metottur. Bu yöntemde yemlerde doğal olarak bulunan veya dışarıdan katılan ve hiç sindirilemeyen bazı bileşiklerden yararlanılır. Bu metot; yem ve dışkıda bulunan indikatöre düşen besin madde miktarının bulunarak, aradaki farkın yemde bulunan değere % olarak oranlanmasına dayanır (Akyurt, 1993; Çetinkaya, 1995; De Silva ve Anderson, 1995).

#### **2.4.1. Sindirim İndikatörleri**

Hayvanların büyüklüğüne göre besin ihtiyacı araştırılmalı ve yenen besinin içeriği, absorpsiyonu ve tutulan kısmı tayin edilmelidir. Evcil hayvanlarda sindirim tayini ve bütün dışkıların toplanması rutin olarak devam ettirilebilir fakat balıklarda su ortamında bunun yapılması, hesaplanması çok zordur. Bu yüzden genellikle sindirim tayinlerinde external ve internal sindirim indikatörleri kullanılmaktadır. Bu indikatörler (Morales ve diğ., 1994):

- Sindirilemez ve absorbe edilemez olmalı,
- Yemin organoleptik özelliğini değiştirmemeli,
- Deneysel hayvanların fizyolojisini etkilememeli,
- Sindirim kanalından geçiş süresi, besin maddeleri ile eşit olmalı,
- Toksik olmamalı,
- Sindirim kanalına ve absorpsiyon yollarına zarar vermemeli,
- Sabit kimyasallıkta ve analizlere uygun olmalıdır.

Balıklarda yapılan sindirim denemelerinde, external indikatör olarak, en yaygın şekilde kromoksit ( $Cr_2O_3$ ) kullanılmaktadır (balık türlerine göre değişmekle birlikte yemlerde %0,5-1 oranında). Bunun dışında, titanyum dioksit ( $TiO_2$ ) (Morales ve diğ., 1999), polietilen, demir tozları , Yitrium oksit ( $Y_2O_3$ ) (Refstie ve diğ., 1997; Storebakken ve diğ., 1997), Yiterbium

oksit ( $Yb_2O_3$ ), demir-nikel alaşımı (Refstie ve diğ., 1997) da sindirim dőzeylelerinin belirlenmesinde indikatör madde olarak kullanılmaktadır.

İnternal indikatör olarak ise; asitte çőzünmeyen kül (Morales ve diğ., 1994), ham selőloz (DeSilva ve Anderson., 1995; Morales ve diğ., 1994), aside dayanıklı organik madde balıkların sindirim denemelerinde kullanılmaktadır.

### 3. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Cip Balık Üretim Tesisinde Aralık 2007-Haziran 2008 tarihleri arasında yürütüldü.

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Balık materyali

Çalışmada, DSİ IX. Bölge-Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürlüğü'ne ait üretim tesislerinden sağlanan aynı dönem çıkışlı, ağırlıkları ( $82,39 \pm 4,36$  g) ve toplam boyları ( $18,55 \pm 0,09$  cm) birbirine yakın olan toplam 360 adet yavru gökkuşuğu alabalığı (*Onchorhynchus mykiss*) kullanıldı.

##### 3.1.2. Yem Materyali

Çalışmada, protein kaynağı olarak balık (hamsi) unu ve soya küspesi, karbonhidrat kaynağı olarak buğday unu ve lipit kaynağı olarak da balık, soya, ayçiçeği, mısır, pamuk tohumu ve fındık yağları kullanıldı. Araştırma yemlerinde kullanılan yem öğelerinin ham besin maddeleri ve toplam enerji düzeyleri Tablo 3.1'de, yağ asidi düzeyleri ise Tablo 3.2'de verildi.

**Tablo 3.1.** Araştırma yemlerinde kullanılan yem öğelerinin ham besin madde ve toplam enerji düzeyleri.

Ham besin maddeleri % ve enerji Kkal/kg	Balık (Hamsi) unu	Soya küspesi	Buğday unu
Protein	67,30	48,00	12,00
Yağ	4,09	1,23	2,00
Kül	14,75	6,29	2,28
Lif	0,97	5,66	1,00
Azotsuz öz madde	12,25	31,09	59,85
Nem	8,00	9,77	9,80
Toplam enerji	4692	2590	2950

**Tablo 3.2.** Araştırma yemlerinde kullanılan yağların yağ asidi düzeyleri.

Yağ asitleri (%)	Balık (Hamsi) Yağı	Soya Yağı	Ayçiçeği Yağı	Mısır Yağı	Pamuk Tohumu Yağı	Fındık Yağı
14:0	7,401	0,102	0,101	-	0,804	0,050
16:0	17,400	10,304	6,203	10,901	22,702	6,670
16:1	10,504	0,201	0,400	-	0,803	0,100
18:0	4,000	3,800	2,203	1,800	2,301	1,940
18:1	11,602	22,801	11,700	24,202	17,004	78,520
18:2n-6	1,203	51,002	74,104	58,001	51,500	12,390
18:3n-3	0,800	6,804	0,400	0,703	0,200	0,221
18:4n-3	3,001	-	-	-	-	-
20:1	1,604	0,201	-	-	-	0,120
20:4n-6	0,100	-	-	-	-	-
20:5n-3	17,003	-	-	-	-	-
22:1	1,202	-	-	-	-	-
22:5n-3	1,600	-	-	-	-	-
22:6n-3	8,801	-	-	-	-	-
Σn-3	31,205	6,804	0,400	0,703	0,200	0,221
Σn-6	1,303	51,002	74,104	58,001	51,500	12,390
n-3/n-6 oranı	23,949	0,133	0,005	0,012	0,004	0,018

### 3.2. Metot

#### 3.2.1. Denemenin Planlanması ve Kurulması

Denemeler 2,5x1x0,4 m boyutlarındaki fiberglas teknelerde ve 12±2 °C su sıcaklığında gerçekleştirildi. Üç tekrar olarak yürütülen çalışmada kontrol ve 5 farklı deneme grubu için toplam 360 adet balık kullanıldı. Her tekneye ortalama 82,39±4,36 g ağırlığında olan 20 adet gökkuşuğu alabalığı yerleştirildi. Balıklara, yemleme katsayısı ve canlı ağırlıkları dikkate alınarak hesaplanan günlük yem miktarı, üç öğün halinde verildi (Lovell, 1989; Çetinkaya, 1995).

Balıklar araştırma yemleri ile beslendikten 4 gün sonra dışkı örnekleri, haftalık periyotlarla balıkların karın bölgesine masaj yapılmak suretiyle (sağım metodu) toplandı (Austreng, 1978). Balıkların mevcut ortam şartlarında bağırsak boşaltım süreleri tespit edildi.

Balıklar için hesaplanan günlük yem miktarı günde üç öğün halinde olmak üzere verilecektir. Çalışma süresince toplanan dışkı örnekleri analiz edilinceye kadar derin dondurucuda (-35 °C'de) muhafaza edildi.

Balıklara ağırlıklarının tartılması ve boylarının ölçülmesi işlemlerinden önce anestezi (100 mg benzocaine/ L) uygulandı (Mattson ve Ripley, 1989).

Araştırma yemleri ve balık dışkılarındaki kromoksit miktarları Petry ve Rapp (1971) tarafından bildirilen yöntemle göre belirlendi. Çalışmada kullanılan yem öğelerinin, hazırlanan yemlerin, deneme başında ve sonunda balıklardan alınan kas ve karaciğer örneklerinin; ham protein, ham yağ, yağ asitleri, ham kül, ham lif, azotsuz öz madde, kuru madde, su ve toplam enerji düzeyleri AOAC (1995) metotlarına göre belirlendi. Protein "mikro kjeldahl", yağ asitleri "gaz kromatografisi", enerji analizleri ise 'bomba kalorimetresi' kullanılarak yapıldı. Araştırma teknelerindeki suyun sıcaklığı 1 °C taksimatlı termometre ve pH'sı portatif pH metre, çözünmüş oksijen miktarı (mg L<sup>-1</sup>) ise portatif oksijen metre kullanılarak tespit edildi (APHA, 1985).

### 3.2.2. Araştırma Yemlerinin Hazırlanması

Çalışmada, protein kaynağı olarak balık (hamsi) unu ve soya küspesi, lipit kaynağı olarak balık, soya, ayçiçeği, mısır, pamuk tohumu ve fındık yağları, karbonhidrat kaynağı olarak da buğday unu kullanılarak; %45 ham protein, %19 ham yağ ve yaklaşık 5000 Kkal/kg toplam enerji (3600 kkal/kg metabolize enerji) içeren bir kontrol yemi oluşturuldu. Lipit kaynağı olarak %17 oranında balık yağı içerecek olan bu kontrol yemindeki balık yağının tamamı yerine soya, ayçiçeği, mısır, pamuk tohumu ve fındık yağları ayrı ayrı kullanılarak sırasıyla 1, 2, 3, 4 ve 5 nolu deneme yemleri hazırlandı (Lovell, 1989; NRC, 1999; Halver ve Hardy, 2002). Araştırma yemlerinin formül yapısı Tablo 3.3'de, ham besin madde ve toplam enerji düzeyleri Tablo 3.4'de, yağ asidi düzeyleri Tablo 3.5'de, araştırma yemlerinin ve kullanılan yem öğelerinin birim fiyatları Tablo 3.6'da verildi.

Ayrıca, kontrol ve deneme yemlerindeki besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranlarının belirlenmesi amacıyla bu yemlere indikatör madde olarak %0,5 oranında kromoksit (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ilave edildi.

Yemleri oluşturan yem öğeleri uygun bir karışımın sağlanması için öğütülerek uygun parçacık büyüklüğüne (1–4 mm) getirildi. Sonra, bu yem maddeleri belirlenen oranlarda tartılarak homojen bir karışım sağlanacak şekilde karıştırıldı. Daha sonra, belirlenen miktarlarda vitamin ve mineral karmalarını içeren karışım, sıcaklığı 20 °C olan suda eritildi. Bu karışım, homojen hale getirilmiş olan yem maddelerine 1/1 oranında ilave edilen su ile birlikte karıştırılarak katıldı. Hamur haline getirilen materyal kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirildi (Şekil 3.1). Hazırlanan peletler tepsilere yerleştirilip (Şekil 3.2), yem fırınında 60

°C’de 24 saat bekletilerek (Şekil 3.3 ve 3.4) kurutuldu (Haşimoğlu ve Aksoy, 1977). Yemler kullanılıncaya kadar plastik muhafaza kapları içerisinde ve 4 °C’de muhafaza edildi. Balıklara verilecek pelet yemin büyüklüğü Lovell (1998)’e göre belirlendi.

**Tablo 3.3.** Araştırma yemlerinin formül yapısı (%).

Yem Öğeleri	Araştırma Yemleri (%)					
	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Balık unu (%67,3 HP)	40	40	40	40	40	40
Soya küspesi (%48 HP)	36	36	36	36	36	36
Buğday unu	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Balık yağı	17	0	0	0	0	0
Soya yağı	0	17	0	0	0	0
Ayçiçeği yağı	0	0	17	0	0	0
Mısır yağı	0	0	0	17	0	0
Pamuk tohumu yağı	0	0	0	0	17	0
Fındık yağı	0	0	0	0	0	17
Antioksidan <sup>1</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Vitamin karması <sup>2</sup>	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Mineral karması <sup>3</sup>	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Kromoksit	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

<sup>a</sup> Butilen Hidroksi Toluen (BHT); 125 000 mg kg<sup>-1</sup>. <sup>b</sup> Vitamin Karması (mg kg<sup>-1</sup>); Vitamin A 800 000 IU, vitamin D 90 000 IU, vitamin E 200 IU, vitamin K 400 riboflavin 360, niasin 2 000, kolin klorid 16 000, pantothenik asit 700, pridoksin 20, vitamin B<sub>12</sub> 500. <sup>c</sup> Mineral Karması (mg kg<sup>-1</sup>); Mn 7 000, Zn 30 000, Fe 2 000, Cu 200, I 100, Co 20.

**Tablo 3.4.** Araştırma yemlerinin ham besin maddeleri ve toplam enerji düzeyleri.

Ham besin maddeleri (%) ve enerji (Kkal/kg)	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Protein	45,00	44,85	44,90	44,96	44,89	44,99
Yağ	19,00	18,96	18,99	18,95	18,98	19,00
Kül	8,10	8,08	8,11	8,07	8,09	8,12
Lif	0,98	0,95	0,99	0,96	0,98	0,97
Azotsuz Öz madde	20,60	20,79	20,67	20,61	20,73	20,62
Kuru Madde	93,68	93,63	93,66	93,55	93,67	93,70
Toplam Enerji	5049,0	5044,5	5045,1	5042,3	5046,1	5048,9

**Tablo 3.5.** Araştırma yemlerinin yağ asidi düzeyleri.

Yağ asitleri (%)	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
14:00	1,542	1,641	2,431	2,561	4,216	5,012
16:00	8,344	7,248	6,871	7,374	10,887	6,279
16:1n-7	3,479	3,128	2,422	2,971	4,895	2,671
16:1n-9	0,989	0,879	0,798	1,761	5,102	0,895
18:00	6,212	5,981	6,312	5,496	6,212	5,789
18:1n-9	18,694	20,033	19,228	17,869	19,111	20,588
18:2n-6	17,284	16,937	15,021	14,371	1,717	1,168
18:3n-6	1,291	1,391	1,298	1,391	15,286	12,271
18:3n-3	1,474	1,874	1,798	1,761	4,191	2,495
20:1n-9	1,987	1,378	1,497	1,932	2,538	2,247
20:2n-6	1,047	2,271	2,071	2,372	0,408	2,471
20:3n-6	2,497	2,121	2,981	1,891	1,013	1,897
20:4n-6	2,291	3,391	4,298	3,691	0,542	3,121
20:5n-3	5,371	4,932	5,217	4,976	8,837	4,376
22:5n-3	5,497	5,984	6,498	6,571	1,670	6,792
22:6n-3	22,001	21,374	21,259	23,012	13,375	21,928
Σn-3	34,348	34,164	34,772	36,32	28,073	35,591
Σn-6	22,119	26,111	25,669	23,716	18,966	20,928
n-3/n-6 oranı	1,553	1,308	1,355	1,532	1,480	1,701



**Şekil 3.1.** Hamur haldeki yem materyalinin kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirilmesi.



**Şekil 3.2** Hazırlanan peletlerin kurutma tepsilerine yerleştirilmesi.



**Şekil 3.3.** Peletlenen yemlerin yem fırınında kurutulması.



**Şekil 3.4.** Kurutulmuş pelet yemler.

**Tablo 3.6.** Araştırma yemlerinin ve kullanılan yem öğelerinin birim fiyatları.

<b>Yemler ve Öğeleri</b>	<b>Birim fiyatı YTL/kg</b>
Kontrol	1,417
Deneme 1	1,299
Deneme 2	1,263
Deneme 3	1,275
Deneme 4	1,195
Deneme 5	1,306
Balık unu	1,566
Soya küspesi	0,751
Buğday unu	1,200
Balık (Hamsi) yağı	2,255
Soya yağı	1,560
Ayçiçeği yağı	1,350
Mısır yağı	1,420
Pamuk tohumu yağı	0,950
Fındık yağı	1,600
Vitamin karması	6,300
Mineral karması	1,800
Antioksidan	3,000

### **3.2.3. Dışkı Örneklerinin Toplanması**

Balıklar araştırma yemleriyle beslendikten 4 gün sonra dışkı örnekleri, haftalık periyotlarla balıkların karın bölgesine masaj yapılmak suretiyle (sağım metodu) toplandı (Austreng, 1978). Balıkların mevcut ortam şartlarında bağırsak boşaltım süreleri tespit edildi. Balıklar için hesaplanan günlük yem miktarı günde üç öğün halinde olmak üzere verilecektir. Çalışma süresince toplanan dışkı örnekleri analiz edilinceye kadar derin dondurucuda (-35 °C'de) muhafaza edildi.

### **3.2.4. Büyüme ve Yem Parametrelerinin Hesaplanması**

Bu araştırmada, gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın ağırlık artışı, oransal büyüme, ağırlıkça günlük spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü, yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, protein değerlendirme indeksi, hepatosomatik indeks, viserosomatik indeks, yemlerdeki besin maddeleri (protein, yağ, kül ve lif) ve enerjinin sindirilme oranları aşağıda belirtilen formüllere göre hesaplandı:

### 3.2.4.1. Canlı Ağırlık Artışı

Balıkların ağırlık artışlarının belirlenmesinde NRC (1990) tarafından belirtilen yöntem kullanıldı. Buna göre, canlı ağırlık artışı (CAA); balıkların periyot sonu ortalama ağırlığından periyot başı ortalama ağırlığının çıkarılmasıyla bulundu. Ortalama canlı ağırlık ise toplam ağırlığın fert sayısına bölünmesiyle tespit edildi.

$$CAA = W_t - W_{t-1}$$

$W_t$ : Periyot sonundaki ortalama ağırlık (g)

$W_{t-1}$ : Periyot başındaki ortalama ağırlık (g)

### 3.2.4.2. Oransal Büyüme

Balıkların oransal büyümeleri (OB), deneme boyunca kazanılan ortalama ağırlığın ( $W_t$ ) deneme başı ortalama ağırlığına ( $W_{t-1}$ ) oranlanmasıyla belirlendi (Çelikkale, 1988).

$$OB = [ (W_t - W_{t-1}) / W_{t-1} ] \times 100$$

### 3.2.4.3. Ağırlıkça Günlük Spesifik Büyüme Oranı

Ağırlıkça günlük spesifik büyüme oranı (SBO) balığın bir günde kendi ağırlığının yüzde kaç oranında büyüdüğünü ifade etmekte ve balık büyümesini ifade açısından daha rasyonel bir parametre olarak kullanılmaktadır (Halver, 1989).

$$\text{Ağırlıkça SBO} = [ ( \text{Log}_e W_t - \text{Log}_e W_{t-1} ) / T ] \times 100$$

$W_t$ : Periyot sonundaki ortalama ağırlık (g)

$W_{t-1}$ : Periyot başındaki ortalama ağırlık (g)

T: Periyodik süre (gün)

#### 3.2.4.4. Kondisyon Faktörü

Kondisyon faktörünün hesaplanmasında Halver (1972) tarafından belirtilen formül kullanıldı. Böylece, balığa verilen yemin balığın kondisyonu üzerindeki etkisi kantitatif olarak belirlendi. Kondisyon faktörü (K) aşağıdaki eşitlikle bulundu.

$$K = (W / L^3) \times 100$$

W: Balığın ağırlığı (g)

L: Balığın total boyu (cm)

#### 3.2.4.5. Günlük Yem Miktarı

Balıklara verilecek günlük yem miktarı (GYM); yemleme katsayısı ve balıkların canlı ağırlıkları (W) dikkate alınarak aşağıdaki formüle göre hesaplandı (Çetinkaya, 1995).

$$GYM \text{ (kg yem /gün)} = [(ortalama \text{ su sıcaklığı } (^{\circ}C)/10) \times (W \text{ (kg)/100)]}$$

#### 3.2.4.6. Yem Dönüşüm Oranı

Yem dönüşüm oranı, 1 birim canlı ağırlık kazancı için ne kadar yem tüketildiğini ifade eder. Yem değerlendirme katsayısı olarak da ifade edilen yem dönüşüm oranı (YDO); deneme süresince tüketilen toplam yem miktarının (Y), balıkların sağladıkları toplam canlı ağırlık artışına ( $W_t - W_{t-1}$ ) bölünmesiyle bulundu. Hesaplama deneme boyunca ölen balıkların toplam ağırlığı ( $W_{DBÖB}$ )'da dikkate alındı (Halver, 1989).

$$YDO = Y / [(W_t - W_{t-1}) + (W_{DBÖB})]$$

#### 3.2.4.7. Protein Etkinlik Oranı

Protein etkinlik oranı, yem proteinlerinin ne ölçüde balıketine dönüştüğünün genel bir göstergesidir. Bu parametre, kullanılan protein kaynaklarının etkinliği ve biyolojik değerleri

hakkında önemli bilgiler verir. Yemin lipit miktarı (enerji seviyesi) ile protein etkinlik oranı arasında bir ilişki mevcuttur. Protein etkinlik oranı (PEO) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı (Çetinkaya, 1995).

$$PEO = \text{Ağırlık artışı (g)} / [\text{Yem tüketimi (g)} \times \text{Yemin ham protein oranı (\%)}]$$

#### **3.2.4.8. Protein Değerlendirme İndeksi**

Protein değerlendirme indeksi protein etkinlik oranına göre daha spesifik bir parametre olup, yem protein oranının balık eti protein oranını nasıl etkilediğini araştırmak için başvurulan bir parametredir. Yemdeki lipit miktarı (enerji seviyesi) ile yemdeki proteinin değerlendirme indeksi arasında bir ilişki mevcuttur. Bu parametre de, kullanılan protein kaynaklarının etkinliği ve biyolojik değerleri hakkında önemli bilgiler verir. Protein değerlendirme indeksi (PDİ) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı (Çetinkaya, 1995).

$$PDİ = \text{Balık etindeki protein oranı (\%)} / \text{Verilen yemdeki protein oranı (\%)}$$

#### **3.2.4.9. Hepatosomatik İndeks**

Balıklarda metabolizma için anahtar organ durumunda olan karaciğerin, yapılan beslemeden nasıl etkilendiğinin araştırılmasında çok sık kullanılan bir indekstir. Hepatosomatik indeksin (Hİ) sınır değerlerin üzerinde bulunması, yapılan beslemenin veya verilen yemin balıkta özellikle karbonhidrat ve yağ metabolizmasında bazı problemlere yol açtığı, verilen yemlerde oksitlenmiş yağların varlığını, aşırı karbonhidratın, vitamin noksanlığının (Örnek; vitamin E, kolin vs.) birer göstergesi olabilir. Hepatosomatik indeks aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı (Halver, 1989).

$$Hİ (\%) = [(\text{karaciğer ağırlığı (g)}) / (\text{balık ağırlığı (g)})] \times 100$$

#### 3.2.4.10. Viserosomatik İndeks

Deney yemlerinin viserosomatik indeks (VSI) üzerine etkisi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı (Halver, 1989).

$$VSI = [İOA (g) / CA (g)] \times 100$$

İOA: Tüm iç organların ağırlığı (g)

CA: Balığın canlı ağırlığı (g)

#### 3.2.4.11. Sindirim Katsayısının Hesaplanması

Araştırmada kullanılan yemlerindeki besin maddeleri (protein, yağ, kül, lif) ve enerjinin sindirilme oranları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplandı (Cho ve Slinger, 1979).

$$ADC = 100 \times [1 - (F/D) \times (Di/Fi)]$$

ADC: Yemdeki sindirim katsayısı (%), D: Yemdeki besin maddesi veya enerji (%), F: Dışkıdaki besin maddesi veya enerji (%), Di: Yemdeki indikatör (%), Fi: Dışkıdaki indikatör (%).

#### 3.2.5. Kimyasal Analizler

Kontrol ve deneme yemleri ve balık dışkılarındaki kromoksit miktarları Petry ve Rapp (1971) tarafından bildirilen yönteme göre belirlendi. Çalışmada kullanılan yem öğelerinin, hazırlanan yemlerin, deneme başında ve sonunda balıklardan alınan et örneklerinin; ham protein, ham yağ, ham kül, ham lif, azotsuz öz madde, kuru madde, su miktarları AOAC (1995) metodlarına göre belirlendi. Protein analizlerinde 'Mikro Kjeldahl', enerjinin belirlenmesinde ise 'Bomba Kalorimetresi' kullanıldı. Deneme başında ve deneme sonunda balıklardan alınan kas ve karaciğerlerdeki yağ asitleri Hara ve Radin (1978) tarafından belirtilen metoda göre belirlendi.

### **3.2.6. Araştırma Yemlerinin Ekonomik Analizi**

Araştırma yemlerinin ekonomik analizi FAO/UNDP (1985)'de belirtilen metoda göre yapıldı. Deneme süresince her gruptaki tüketilen toplam yemin Yeni Türk Lirası (YTL) değeri deneme sonunda balıklardan elde edilecek olan toplam canlı ağırlık artışına bölünerek, bir birim balık üretimi için yem maliyeti hesaplandı. Sonuçlar YTL/kg olarak verildi.

### **3.2.7. Verilerin Değerlendirilmesi**

İncelenen parametrelere ait değerlerin aritmetik ortalaması ve standart hatasının hesaplanması, gruplar arası farklılığın önem derecesinin tespit edilmesi amacıyla uygulanan "Varyans Analizi" ve "Duncan Testi" bilgisayar ortamında SPSS 10.0 paket programı (SPSS İ. Chicago, Illinois, USA) kullanılarak yapıldı. Gruplar arası farklılıklar 0,05 önem derecesine göre değerlendirildi.

#### 4. BULGULAR

Bu çalışmada, gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın; büyüme (ağırlık artışı, oransal büyüme, günlük spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü), yem değerlendirme (yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, protein değerlendirme indeksi, protein, yağ, kül, lif ve enerji sindirim oranları), hepatosomatik indeks, viserosomatik indeks, etin kimyasal kalitesine (ham protein, yağ, kül, lif, azotsuz öz madde, su ve enerji düzeyleri), et ve karaciğerdeki yağ asidi düzeylerine yemdeki balık yağının tamamı yerine farklı bitkisel lipit kaynaklarının (soya yağı, ayçiçeği yağı, mısır yağı, pamuk tohumu yağı ve fındık yağı) kullanılmasının etkileri araştırıldı.

Araştırma gruplarındaki balıkların; canlı ağırlıkları Tablo 4.1'de, toplam boyları Tablo 4.2'de, canlı ağırlık artışları Tablo 4.3'de, oransal büyümeleri Tablo 4.4'de, spesifik büyüme oranları Tablo 4.5'de, kondisyon faktörleri Tablo 4.6'da, canlı ağırlığa göre günlük yem tüketimleri Tablo 4.7'de, yem dönüşüm oranları Tablo 4.8'de, protein etkinlik oranları Tablo 4.9'da, protein değerlendirme indeksi Tablo 4.10'da, hepatosomatik indeksi Tablo 4.11'de, viserosomatik indeksi Tablo 4.12'de, dışkı örneklerindeki ham besin madde, toplam enerji ve kromoksit düzeyleri Tablo 4.13'de, araştırma yemlerindeki ham besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranları Tablo 4.14'de, denemenin başlangıcında ve sonunda balık etlerindeki ham besin madde ve enerji düzeyleri Tablo 4.15'de, deneme sonunda balık etlerindeki yağ asidi düzeyleri Tablo 4.16'da, deneme gruplarındaki balıkların karaciğerlerindeki yağ asidi miktarları Tablo 4.17'de ve araştırma yemlerinin ekonomik analizleri Tablo 4.18'de verildi.

Üç ay süren deneme sonunda en yüksek canlı ağırlık Deneme 3 grubundan sağlanırken, bunu sırasıyla Kontrol grubu ile 1, 5, 2 ve 4 nolu deneme grupları izledi (Tablo 4.1). Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama canlı ağırlıkları arasındaki farklılıklarının tüm gruplar (Deneme 3 grubunun 3. ayına ait değer hariç) arasında önemsiz olduğu tespit edildi ( $p>0,05$ ).

Araştırma sonucunda, en yüksek toplam boy değeri kontrol grubundaki balıklardan elde edildi. Bunu sırasıyla 3, 1, 5, 2 ve 4 nolu deneme grupları izledi (Tablo 4.2). Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonunda kazandıkları toplam boylarına ait ortalama değerler arasındaki farklılıklar da önemsiz bulundu ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.1.** Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama canlı ağırlıkları (g).

Aylar *	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Başlangıç	60	82,40±1,16 <sup>a</sup>	82,25±1,10 <sup>a</sup>	82,30±1,14 <sup>a</sup>	82,45±1,18 <sup>a</sup>	82,40±1,16 <sup>a</sup>	82,55±1,22 <sup>a</sup>
Ocak (1)	60	111,50±1,38 <sup>a</sup>	109,00±1,20 <sup>a</sup>	107,50±1,19 <sup>a</sup>	111,00±1,30 <sup>a</sup>	104,50±1,25 <sup>a</sup>	108,00±1,19 <sup>a</sup>
Şubat (2)	60	144,50±1,94 <sup>a</sup>	137,00±1,65 <sup>a</sup>	134,50±1,58 <sup>a</sup>	143,50±1,86 <sup>a</sup>	128,60±1,44 <sup>a</sup>	137,00±1,66 <sup>a</sup>
Mart (3)	60	188,00±2,01 <sup>ab</sup>	182,00±1,99 <sup>ab</sup>	173,50±1,84 <sup>ab</sup>	192,50±2,05 <sup>a</sup>	163,00±1,70 <sup>b</sup>	179,50±1,88 <sup>ab</sup>

\* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.2.** Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama toplam boyları (cm).

Aylar *	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Başlangıç	60	19,00±0,08 <sup>a</sup>	18,50±0,06 <sup>a</sup>	18,50±0,07 <sup>a</sup>	18,40±0,06 <sup>a</sup>	18,50±0,08 <sup>a</sup>	18,40±0,06 <sup>a</sup>
Ocak (1)	60	20,50±0,09 <sup>a</sup>	20,50±0,08 <sup>a</sup>	21,50±0,10 <sup>a</sup>	21,00±0,09 <sup>a</sup>	20,50±0,09 <sup>a</sup>	21,00±0,09 <sup>a</sup>
Şubat (2)	60	23,50±0,11 <sup>a</sup>	23,00±0,09 <sup>a</sup>	22,50±0,10 <sup>a</sup>	23,50±0,11 <sup>a</sup>	22,50±0,10 <sup>a</sup>	23,00±0,09 <sup>a</sup>
Mart (3)	60	25,50±0,13 <sup>a</sup>	25,00±0,12 <sup>a</sup>	24,00±0,09 <sup>a</sup>	25,00±0,10 <sup>a</sup>	24,00±0,11 <sup>a</sup>	24,50±0,12 <sup>a</sup>

\* Aynı satırdaki aynı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemsiz ( $p>0,05$ ).

Deneme sonunda, ortalama canlı ağırlık artışı (Tablo 4.3), oransal büyüme (Tablo 4.4), ağırlıkça günlük spesifik büyüme oranları (Tablo 4.5) bakımından en yüksek değerler Deneme 3 grubundan sağlandı. Bu grubu ortalama canlı ağırlık artışı, oransal büyüme ve ağırlıkça günlük spesifik büyüme oranı bakımından sırasıyla Kontrol grubu ile 1, 5, 2 ve 4 nolu deneme grupları izledi. Kondisyon faktörü (Tablo 4.6) bakımından ise en yüksek değerler Deneme 5 grubundan sağlandı. Bunu sırasıyla Kontrol grubu ile 1, 4 ve 3 nolu deneme grupları, Kontrol grubu ve 2 nolu deneme grubu izledi. Araştırma gruplarındaki balıkların canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, ağırlıkça günlük spesifik büyüme oranlarına ait ortalama değerler arasındaki farklılıkların önemli ( $p<0,05$ ), kondisyon faktörlerine ait ortalama değerler arasındaki farklılıkların ise önemsiz ( $p>0,05$ ) olduğu belirlendi.

Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonunda canlı ağırlığa göre ortalama aylık yem tüketimleri (Tablo 4.7) bakımından en yüksek değer Kontrol grubundan sağlandı. Bunu sırasıyla 3, 1, 5, 2 ve 4 nolu Deneme grupları izledi. Araştırma gruplarındaki balıkların canlı ağırlığa göre aylık ortalama yem tüketimleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulundu ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.3.** Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama canlı ağırlık artışları (g).

Aylar	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Ocak (1)	3	29,1	26,75	25,20	28,55	22,10	25,45
Şubat (2)	3	33,0	28,00	27,00	32,50	24,10	29,00
Mart (3)	3	43,5	45,00	39,00	49,00	34,40	42,5
Ortalama *	9	35,20±4,30 <sup>ab</sup>	33,25±5,89 <sup>ab</sup>	30,40±4,33 <sup>bc</sup>	36,68±6,26 <sup>a</sup>	26,87±3,81 <sup>c</sup>	32,32±5,19 <sup>ab</sup>

\* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.4.** Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama oransal büyümeleri (%).

Aylar	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Ocak (1)	3	35,32	32,52	30,62	34,62	26,82	30,83
Şubat (2)	3	29,60	25,69	25,12	29,28	23,06	26,85
Mart (3)	3	30,10	32,85	29,00	34,15	26,75	31,02
Ortalama *	9	31,67±1,83 <sup>a</sup>	30,35±2,33 <sup>a</sup>	28,25±1,63 <sup>ab</sup>	32,68±1,71 <sup>a</sup>	25,54±1,24 <sup>b</sup>	29,57±1,36 <sup>ab</sup>

\* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.5.** Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre günlük ortalama spesifik büyüme oranları (%).

Aylar	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Ocak (1)	3	0,42	0,47	0,40	0,42	0,37	0,40
Şubat (2)	3	0,38	0,30	0,33	0,35	0,30	0,33
Mart (3)	3	0,37	0,40	0,37	0,43	0,33	0,40
Ortalama *	9	0,39±0,02 <sup>a</sup>	0,39±0,05 <sup>a</sup>	0,37±0,02 <sup>ab</sup>	0,40±0,03 <sup>a</sup>	0,33±0,02 <sup>b</sup>	0,38±0,02 <sup>ab</sup>

\* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.6.** Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama kondisyonları.

Aylar	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Ocak (1)	3	1,29	1,27	1,0,8	1,20	1,21	1,17
Şubat (2)	3	1,11	1,13	1,18	1,11	1,13	1,13
Mart (3)	3	1,13	1,17	1,26	1,23	1,18	1,22
Ortalama *	9	1,18±0,06 <sup>a</sup>	1,19±0,04 <sup>a</sup>	1,17±0,05 <sup>a</sup>	1,18±0,04 <sup>a</sup>	1,19±0,05 <sup>a</sup>	1,24±0,04 <sup>a</sup>

\* Aynı satırdaki aynı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemsiz ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.7.** Araştırma gruplarındaki balıkların canlı ağırlığa göre aylık ortalama yem tüketimleri (g).

Aylar	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Ocak (1)	3	29,66	29,61	29,63	29,68	29,66	29,72
Şubat (2)	3	40,14	39,24	38,70	39,96	37,62	38,88
Mart (3)	3	52,02	49,32	48,42	51,66	46,30	49,32
Ortalama *	9	40,61±6,46 <sup>a</sup>	39,39±5,69 <sup>a</sup>	38,92±5,43 <sup>a</sup>	40,43±6,35 <sup>a</sup>	37,86±4,81 <sup>a</sup>	39,31±5,66 <sup>a</sup>

\* Aynı satırdaki aynı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemsiz ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.8.** Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre ortalama yem dönüşüm oranları.

Aylar	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Ocak (1)	3	1,02	1,11	1,18	1,04	1,34	1,17
Şubat (2)	3	1,22	1,40	1,43	1,23	1,56	1,34
Mart (3)	3	1,20	1,10	1,24	1,05	1,35	1,16
Ortalama *	9	1,15±0,06 <sup>b</sup>	1,20±0,10 <sup>b</sup>	1,28±0,08 <sup>ab</sup>	1,11±0,06 <sup>b</sup>	1,42±0,07 <sup>a</sup>	1,22±0,06 <sup>ab</sup>

\* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.9.** Araştırma gruplarındaki balıkların aylara göre protein etkinlik oranına ait ortalama değerler.

Aylar	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Ocak (1)	3	2,18	2,01	1,89	2,14	1,66	1,90
Şubat (2)	3	1,83	1,59	1,55	1,81	1,43	1,66
Mart (3)	3	1,86	2,03	1,79	2,11	1,66	1,92
Ortalama *	9	1,96±0,11 <sup>a</sup>	1,88±0,14 <sup>a</sup>	1,74±0,10 <sup>ab</sup>	2,02±0,11 <sup>a</sup>	1,58±0,08 <sup>b</sup>	1,83±0,08 <sup>ab</sup>

\* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.10.** Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonundaki ortalama protein değerlendirme indeksi.

Parametre	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Protein							
Değerlendirme İndeksi *	9	1,66±0,04 <sup>a</sup>	1,64±0,05 <sup>a</sup>	1,64±0,05 <sup>a</sup>	1,65±0,06 <sup>a</sup>	1,64±0,01 <sup>a</sup>	1,66±0,04 <sup>a</sup>

\* Aynı satırdaki aynı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemsiz ( $p>0,05$ ).

Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonunda ortalama yem dönüşüm oranları (Tablo 4.8) bakımından en yüksek değer Deneme 4 grubundan sağlandı. Bunu sırasıyla 2 ve 5 nolu Deneme grupları ile Kontrol grubu, 1 ve 3 nolu Deneme grupları izledi. Araştırma gruplarındaki balıkların ortalama yem dönüşüm oranları arasındaki farklılıkların önemli olduğu ( $p<0,05$ ) saptandı.

Araştırma sonucunda, en yüksek protein etkinlik oranı (Tablo 4.9) Deneme 3 grubundaki balıklardan sağlandı. Bunu sırasıyla Kontrol grubu ile 1, 5, 2 ve 4 nolu deneme grupları izledi. Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonundaki ortalama protein etkinlik oranları arasındaki farklılıkların önemli olduğu ( $p<0,05$ ) tespit edildi.

Deneme sonucunda, en yüksek protein değerlendirme indeksi (Tablo 4.10) Kontrol ve Deneme 5 grubundaki balıklardan sağlandı. Bunu sırasıyla 3, 4, 1 ve 2 nolu deneme grupları izledi. Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonundaki ortalama protein değerlendirme indeksleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulundu ( $p>0,05$ ).

Araştırma sonucunda en yüksek hepatosomatik indeks değeri (Tablo 4.11) Deneme 5 grubundaki balıklardan sağlandı. Bunu sırasıyla 2, 3, 4 ve 1 nolu deneme grupları ile kontrol grubu izledi. Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonundaki ortalama hepatosomatik indeks değerleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu belirlendi ( $p<0,05$ ).

Deneme sonucunda en yüksek viserosomatik indeks değeri (Tablo 4.12) Deneme 1 grubundaki balıklardan sağlandı. Bunu sırasıyla 3 nolu deneme grubu ile Kontrol grubu, 5, 2 ve 4 nolu deneme grupları izledi. Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonundaki ortalama viserosomatik indeks değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz bulundu ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.11.** Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonundaki ortalama hepatosomatik indeks değerleri.

Parametre	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Hepatosomatik İndeks*	12	2,07±0,03 <sup>a</sup>	2,07±0,03 <sup>a</sup>	2,20±0,04 <sup>a</sup>	2,10±0,04 <sup>a</sup>	2,07±0,03 <sup>a</sup>	2,25±0,04 <sup>a</sup>

\* Aynı satırdaki aynı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemsiz ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.12.** Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonundaki ortalama viserosomatik indeks değerleri.

Parametre	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Viserosomatik İndeks*	12	11,13±1,10 <sup>a</sup>	12,14±1,31 <sup>a</sup>	10,81±1,05 <sup>a</sup>	12,07±1,22 <sup>a</sup>	10,59±1,50 <sup>a</sup>	10,99±1,24 <sup>a</sup>

\* Aynı satırdaki aynı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemsiz ( $p>0,05$ ).

Araştırma gruplarındaki balıkların dışkı örneklerindeki ham besin madde, toplam enerji ve kromoksit düzeyleri Tablo 4.13’de, 12±2 °C su sıcaklığında bulunan gökkuşuğu alabalığının araştırma yemlerindeki ham besin maddeleri ve enerjiyi sindirme oranları Tablo 4.14’de verildi.

Tablo 4.14’deki veriler incelendiğinde; araştırma yemlerindeki protein, yağ, kül, lif ve enerji sindirim oranları ile sindirilebilir enerji düzeylerine ait değerler arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu ( $p>0,05$ ) görülmektedir.

**Tablo 4.13.** Araştırma gruplarındaki balıkların dışkı örneklerindeki ham besin maddeleri, kromoksit (%) ve toplam enerji (Kkal/kg) düzeyleri.

Ham Besin Maddeleri, Kromoksit ve Enerji *	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Protein	3	7,29±0,05 <sup>a</sup>	7,36±0,07 <sup>a</sup>	7,43±0,07 <sup>a</sup>	7,29±0,05 <sup>a</sup>	7,79±0,08 <sup>a</sup>	7,34±0,06 <sup>a</sup>
Yağ	3	1,18±0,02 <sup>b</sup>	1,14±0,01 <sup>b</sup>	1,21±0,01 <sup>b</sup>	1,18±0,02 <sup>b</sup>	1,43±0,02 <sup>a</sup>	1,28±0,01 <sup>ab</sup>
Kül	3	17,36±0,11 <sup>a</sup>	17,67±0,14 <sup>a</sup>	17,21±0,09 <sup>a</sup>	17,68±0,14 <sup>a</sup>	18,98±0,16 <sup>a</sup>	17,71±0,15 <sup>a</sup>
Lif	3	11,21±0,07 <sup>a</sup>	11,36±0,09 <sup>a</sup>	11,27±0,08 <sup>a</sup>	11,23±0,07 <sup>a</sup>	12,01±0,10 <sup>a</sup>	11,24±0,08 <sup>a</sup>
Kromoksit	3	0,14±0,03 <sup>a</sup>	0,12±0,03 <sup>a</sup>	0,14±0,05 <sup>a</sup>	0,15±0,01 <sup>a</sup>	0,16±0,07 <sup>a</sup>	0,15±0,01 <sup>a</sup>
Toplam Enerji	3	351,4±5,77 <sup>a</sup>	355,6±6,12 <sup>a</sup>	382,4±7,17 <sup>a</sup>	363,1±6,15 <sup>a</sup>	403,2±8,19 <sup>a</sup>	355,0±6,13 <sup>a</sup>

\* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.14.** Kontrol ve deneme yemlerindeki besin maddeleri ve enerjinin sindirilme oranları (%) ile sindirilebilir enerji düzeyleri (Kkal/kg).

Ham Besin Maddeleri ve Enerji *	N	Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Protein	3	96,29±0,66 <sup>a</sup>	96,13±0,91 <sup>a</sup>	95,90±0,90 <sup>a</sup>	96,62±0,66 <sup>a</sup>	95,13±0,98 <sup>a</sup>	96,19±0,79 <sup>a</sup>
Yağ	3	98,02±1,66 <sup>a</sup>	97,99±0,86 <sup>a</sup>	97,66±0,81 <sup>a</sup>	98,01±1,66 <sup>a</sup>	97,13±1,36 <sup>a</sup>	97,98±0,77 <sup>a</sup>
Kül	3	49,27±0,31 <sup>a</sup>	48,78±0,39 <sup>a</sup>	47,40±0,25 <sup>a</sup>	49,88±0,39 <sup>a</sup>	47,29±0,40 <sup>a</sup>	48,79±0,41 <sup>a</sup>
Lif	3	64,23±0,40 <sup>a</sup>	63,90±0,51 <sup>a</sup>	63,99±0,45 <sup>a</sup>	64,72±0,40 <sup>a</sup>	63,60±0,53 <sup>a</sup>	64,98±0,46 <sup>a</sup>
Enerji Sindirim Oranı	3	93,04±0,52 <sup>a</sup>	92,95±0,66 <sup>a</sup>	92,42±0,78 <sup>a</sup>	92,80±0,69 <sup>a</sup>	92,01±0,87 <sup>a</sup>	92,97±0,66 <sup>a</sup>
Sindirilebilir Enerji	3	4697,6±5,8 <sup>a</sup>	4688,9±6,1 <sup>a</sup>	4662,7±7,2 <sup>a</sup>	4679,2±6,2 <sup>a</sup>	4642,9±8,2 <sup>a</sup>	4693,9±6,1 <sup>a</sup>

\* Aynı satırdaki aynı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemsiz ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.15.** Araştırma gruplarındaki balıkların denemenin başlangıcında ve sonunda tüm vücut etindeki ham besin madde (kuru maddenin %'si olarak) ve enerji (kkal/kg) düzeyleri.

Ham Besin Maddeleri ve Enerji*	N	Başlangıç	Deneme Sonu					
			Kontrol	Deneme 1	Deneme 2	Deneme 3	Deneme 4	Deneme 5
Protein	12	73,76±2,30	74,68±2,02 <sup>a</sup>	74,43±2,10 <sup>a</sup>	73,62±2,15 <sup>a</sup>	74,39±2,85 <sup>a</sup>	73,52±2,60 <sup>a</sup>	74,44±2,00 <sup>a</sup>
Yağ	12	19,14±0,69	19,23±0,72 <sup>a</sup>	19,34±0,76 <sup>a</sup>	19,12±0,82 <sup>a</sup>	19,24±0,84 <sup>a</sup>	19,44±0,93 <sup>a</sup>	19,21±0,73 <sup>a</sup>
Kül	12	1,90±0,07	1,85±0,08 <sup>a</sup>	1,89±0,06 <sup>b</sup>	1,87±0,06 <sup>d</sup>	1,86±0,07 <sup>bc</sup>	1,98±0,09 <sup>cd</sup>	1,70±0,08 <sup>cd</sup>
Lif	12	2,10±0,11	1,80±0,09 <sup>a</sup>	1,86±0,10 <sup>b</sup>	1,83±0,14 <sup>d</sup>	1,79±0,08 <sup>bc</sup>	1,90±0,11 <sup>cd</sup>	1,88±0,13 <sup>cd</sup>
Azotsuz Öz Madde	12	3,10±0,89	2,44±0,73 <sup>a</sup>	2,38±0,76 <sup>b</sup>	3,56±0,77 <sup>a</sup>	2,72±0,96 <sup>ab</sup>	3,16±0,88 <sup>ab</sup>	2,77±0,74 <sup>ab</sup>
Su	12	74,01±1,52	75,10±1,45 <sup>a</sup>	75,23±1,39 <sup>a</sup>	75,02±1,44 <sup>a</sup>	75,46±1,36 <sup>a</sup>	75,25±1,47 <sup>a</sup>	75,45±1,50 <sup>a</sup>
Toplam Enerji	12	5926±225	5957±206 <sup>a</sup>	5951±282 <sup>a</sup>	5935±224 <sup>a</sup>	5911±273 <sup>a</sup>	5942±253 <sup>a</sup>	5954±207 <sup>a</sup>

\* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ( $p < 0,05$ ).

Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonunda tüm vücut etindeki protein, yağ, su ve toplam enerji düzeylerine ait değerler arasındaki farklılıkların önemsiz ( $p > 0,05$ ), kül, lif ve azotsuz öz madde düzeylerine ait değerler arasındaki farklılıkların ise önemli ( $p < 0,05$ ) olduğu belirlendi (Tablo 4.15).

Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonunda tüm vücut etindeki n-3 serisi yağ asitleri toplamı bakımından en yüksek değer Deneme 4 grubundaki balıklardan. Bunu sırasıyla kontrol grubu, 3, 1, 2 ve 5 nolu deneme grupları izledi. Deneme sonunda, araştırma gruplarındaki balıkların tüm vücut etindeki n-6 serisi yağ asitleri toplamı bakımından en yüksek değer Deneme 5 grubundaki balıklardan sağlandı (Tablo 4.16). Bunu sırasıyla 2, 1 ve 3 nolu deneme grupları ile kontrol grubu izlerken, son sırada 5 nolu deneme grubu yer aldı. Araştırma gruplarındaki balıkların deneme sonunda tüm vücut etindeki n-3 ve n-6 serisi yağ asitleri toplamına ait ortalama değerleri arasındaki farklılıklar önemli bulundu ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 4.16.** Araştırma grubu balıkların kaslarındaki yağ asidi düzeyleri.

Yağ Asitleri (%)	Kontrol (N =12)	Deneme 1 (N =12)	Deneme 2 (N =12)	Deneme 3 (N =12)	Deneme 4 (N =12)	Deneme 5 (N =12)
14:00	2,66±0,09	2,14±0,02	2,07±0,03	2,33±0,01	1,69±0,08	1,82±0,09
16:00	14,89±0,11	17,36±0,18	15,65±0,13	15,57±0,12	17,26±0,14	14,14±0,11
16:1n-7	3,99±0,09	2,77±0,07	2,57±0,09	3,37±0,09	2,15±0,03	2,20±0,09
16:1n-9	0,53±0,04	0,41±0,01	0,37±0,03	0,67±0,05	0,71±0,02	0,41±0,06
18:00	3,74±0,01	3,77±0,06	3,59±0,02	4,01±0,08	3,99±0,08	3,83±0,01
18:1n-9	23,49±0,15	20,59±0,12	22,43±0,14	22,93±0,17	19,41±0,15	25,13±0,12
18:2n-6	21,79±0,12	27,27±0,15	28,09±0,16	23,65±0,13	20,30±0,11	29,13±0,18
18:3n-6	1,19±0,07	1,19±0,08	1,25±0,02	1,20±0,09	1,22±0,01	1,14±0,05
18:3n-3	2,85±0,07	1,25±0,03	1,83±0,05	2,84±0,06	1,86±0,03	0,58±0,06
20:1n-9	1,79±0,01	1,20±0,07	1,18±0,04	1,49±0,03	1,17±0,02	1,03±0,04
20:2n-6	0,91±0,03	1,19±0,07	1,25±0,07	0,93±0,02	1,02±0,05	1,24±0,01
20:3n-6	0,51±0,06	0,71±0,04	0,87±0,05	0,75±0,02	0,69±0,09	0,88±0,06
20:4n-6	0,49±0,03	0,59±0,02	0,63±0,09	0,45±0,01	0,43±0,01	0,59±0,02
20:5n-3	2,80±0,05	2,44±0,06	2,28±0,07	2,70±0,05	3,31±0,06	1,93±0,09
22:5n-3	1,47±0,07	0,96±0,04	0,93±0,01	1,15±0,06	1,45±0,03	0,88±0,02
22:6n-3	14,47±0,10	15,25±0,14	13,58±0,13	14,30±0,11	22,48±0,12	13,90±0,14
Diğer Yağ Asitleri	2,43±1,10	0,91±0,25	1,43±0,30	1,66±1,10	0,86±0,17	1,17±0,02
<b>Σn-3</b>	<b>21,59±0,29<sup>b</sup></b>	<b>19,90±0,27<sup>bc</sup></b>	<b>18,62±0,26<sup>bc</sup></b>	<b>20,99±0,28<sup>b</sup></b>	<b>29,10±0,24<sup>a</sup></b>	<b>17,29±0,31<sup>c</sup></b>
<b>Σn-6</b>	<b>24,89±0,31<sup>c</sup></b>	<b>30,95±0,36<sup>ab</sup></b>	<b>32,09±0,39<sup>a</sup></b>	<b>26,98±0,27<sup>bc</sup></b>	<b>23,66±0,27<sup>c</sup></b>	<b>34,01±0,36<sup>a</sup></b>

\* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ( $p < 0,05$ ).

Deneme sonunda araştırma gruplarındaki balıkların karaciğerindeki n-3 serisi yağ asitleri toplamına ait ortalama değerler arasındaki farklılıklar önemsiz bulunurken ( $p > 0,05$ ), n-6 serisi yağ asitleri toplamına ait ortalama değerler arasındaki farklılıkların bazı gruplar arasında önemli olduğu ( $p < 0,05$ ) tespit edildi (Tablo 4.17).

Araştırmada, 1 kg balık üretimi için yem maliyeti bakımından en ekonomik sonuç (1,405 YTL) Deneme 3 yemiyle beslenen gruptan sağlandı (Tablo 4.18). Bunu sırasıyla 1, 5 ve 2 nolu deneme grupları ile Kontrol grubu ve 4 nolu deneme grubu izledi. 1 kg balık üretimi için yem maliyetine ait değerler arasındaki farklılıklar önemsiz bulundu ( $p > 0,05$ ).

Çalışma süresince, balıkların beslenmesinde kullanılan yemlerin pelet büyüklüğü 3–4 mm arasında değişmektedir. Kontrol ve 1, 2, 3, 4, 5 nolu deneme gruplarına ait teknelerdeki suyun sıcaklığı  $12 \pm 2$  °C olup, pH'sı 7,10–7,24 ve çözülmüş oksijen düzeyi 7,95–8,10 mg/L arasındadır. Araştırma gruplarına ait teknelerdeki suyun sıcaklık, pH ve çözülmüş oksijen düzeylerine ait ortalama değerler arasındaki farklılıklar önemsizdir ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 4.17.** Araştırma grubu balıkların karaciğerlerindeki yağ asidi düzeyleri.

Yağ Asitleri (%)	Kontrol (N =12)	Deneme 1 (N =12)	Deneme 2 (N =12)	Deneme 3 (N =12)	Deneme 4 (N =12)	Deneme 5 (N =12)
14:00	1,71±0,05	1,17±0,03	1,21±0,04	1,56±0,03	1,47±0,02	1,17±0,08
16:00	16,10±0,16	16,91±0,18	16,67±0,17	16,71±0,15	16,57±0,12	16,41±0,16
16:1n-7	2,31±0,05	1,57±0,06	1,56±0,09	2,22±0,02	1,45±0,08	1,46±0,03
16:1n-9	0,93±0,01	0,86±0,03	0,96±0,02	1,22±0,06	0,93±0,02	0,79±0,04
18:00	5,37±0,07	5,86±0,08	6,14±0,04	5,17±0,09	5,49±0,06	5,75±0,07
18:1n-9	17,14±0,14	15,78±0,12	14,24±0,13	13,98±0,10	16,59±0,17	15,29±0,12
18:2n-6	13,50±0,10	17,37±0,11	13,75±0,14	12,42±0,14	15,05±0,11	16,74±0,13
18:3n-6	0,74±0,05	1,01±0,01	1,02±0,04	1,02±0,02	0,87±0,07	0,89±0,09
18:3n-3	0,97±0,08	1,15±0,07	1,12±0,05	1,12±0,01	0,57±0,02	0,91±0,02
20:1n-9	1,09±0,01	0,57±0,04	0,73±0,01	0,99±0,05	0,70±0,03	0,96±0,01
20:2n-6	1,03±0,05	1,12±0,07	1,08±0,06	1,10±0,06	1,58±0,04	1,27±0,01
20:3n-6	0,54±0,09	0,87±0,05	1,04±0,03	0,79±0,04	1,83±0,06	0,73±0,07
20:4n-6	2,65±0,01	3,18±0,03	3,36±0,04	2,79±0,05	2,57±0,03	2,85±0,09
20:5n-3	4,37±0,05	3,61±0,07	4,92±0,08	4,34±0,09	3,69±0,05	4,19±0,02
22:5n-3	1,19±0,01	0,97±0,08	1,20±0,09	1,28±0,05	1,12±0,04	1,28±0,07
22:6n-3	28,48±0,19	26,89±0,14	30,41±0,15	31,02±0,18	28,00±0,16	28,24±0,17
Diğer Yağ Asitleri	1,88±0,76	1,11±0,06	0,59±0,54	2,27±1,13	1,52±0,44	1,07±0,11
<b>Σn-3</b>	<b>35,01±0,33<sup>a</sup></b>	<b>32,62±0,36<sup>a</sup></b>	<b>37,65±0,37<sup>a</sup></b>	<b>37,76±0,33<sup>a</sup></b>	<b>33,38±0,27<sup>a</sup></b>	<b>34,62±0,28<sup>a</sup></b>
<b>Σn-6</b>	<b>18,46±0,30<sup>b</sup></b>	<b>23,55±0,27<sup>a</sup></b>	<b>20,25±0,31<sup>ab</sup></b>	<b>18,12±0,31<sup>b</sup></b>	<b>21,90±0,31<sup>a</sup></b>	<b>22,48±0,39<sup>a</sup></b>

\* Aynı satırdaki farklı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemli ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 4.18.** Araştırma yemlerinin ekonomik analizine ait değerler.

Araştırma Yemleri	N	1 Kg Balık Eti İçin Yem Maliyeti (YTL)*
Kontrol	3	1,635 <sup>a</sup>
Deneme 1	3	1,539 <sup>a</sup>
Deneme 2	3	1,617 <sup>a</sup>
Deneme 3	3	1,405 <sup>a</sup>
Deneme 4	3	1,684 <sup>a</sup>
Deneme 5	3	1,588 <sup>a</sup>

\* Aynı harflere ait ortalama ( $\pm$  standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemsiz ( $p > 0,05$ ).

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın; büyüme (ağırlık artışı, oransal büyüme, günlük spesifik büyüme oranı, kondisyon faktörü), yem değerlendirme (yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı, protein değerlendirme indeksi, protein, yağ, kül, lif ve enerji sindirim oranları), hepatosomatik indeks, viserosomatik indeks, etin kimyasal kalitesi (ham protein, yağ, kül, lif, azotsuz öz madde, su ve enerji düzeyleri), et ve karaciğerdeki yağ asidi düzeylerine yemdeki balık yağının tamamı yerine farklı bitkisel lipit kaynaklarının (soya yağı, ayçiçeği yağı, mısır yağı, pamuk tohumu yağı ve fındık yağı) kullanılmasının etkileri araştırıldı.

Çalışmanın sonucunda deneme gruplarının; canlı ağırlık artışı, oransal büyüme, ağırlıkça günlük spesifik büyüme oranı, yem dönüşüm oranı, protein etkinlik oranı ve hepatosomatik indeks değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulundu ( $p<0,05$ ). Diğer taraftan, kondisyon faktörü, yem tüketimi, protein değerlendirme indeksi, viserosomatik indeks değerleri, araştırma yemlerindeki ham protein, yağ, kül, lif ve enerjinin sindirilme oranları, 1 kg balık üretimi için yem maliyetleri arasındaki farklılıklar ise istatistiksel olarak önemsiz bulundu ( $p>0,05$ ) Ayrıca araştırma gruplarındaki balık etlerinin ham kül, lif, azotsuz öz madde, n-3 ve n-6 serisi yağ asitleri oranları, karaciğerdeki n-6 serisi yağ asidi değerleri arasındaki farklılıkların önemli ( $p<0,05$ ), balık etlerinin ham protein, yağ, su, toplam enerji ve karaciğerdeki n-3 serisi yağ asidi düzeylerine ait değerler arasındaki farklılıkların ise önemsiz ( $p>0,05$ ) olduğu belirlendi.

İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte, 1 kg balık üretimi için yem maliyeti bakımından en ekonomik sonuç Deneme 3 yemiyle beslenen gruptan sağlandı (1,405 YTL). Bunu sırasıyla 1 (1,539 YTL), 5 (1,588 YTL), 2 (1,617 YTL) nolu deneme grupları ile Kontrol grubu (1,635 YTL) ve 4 nolu deneme grubu (1,684 YTL) izledi.

Yemdeki yağ asitleri ve yağın kaynağı balıkların büyümesini, yem değerlendirmesini, balık eti ve karaciğerindeki yağ asidi düzeylerini önemli ölçüde etkilemektedir. Ayrıca yemdeki proteinin değerlendirilmesi üzerine de lipitlerin etki yaptığı belirlenmiştir. Uzun süreli besleme durumunda, gökkuşuğu alabalıkları için en uygun ve güvenilir enerji kaynağının balık yağı olduğu yapılan çalışmalar sonucunda saptanmıştır. Bunun yanı sıra, gökkuşuğu alabalıklarının optimal büyümesi için gerekli olan n-3 serisi yağ asitleri için de en mükemmel kaynak durumundadır. Balık yemlerinde kullanılan soya ve ayçiçeği yağları gibi bazı bitkisel yağlar n-6 serisi yağ asitlerini yüksek oranda içerirler (Barnabe, 1990; Koven ve diğ., 1993).

Yapılan çalışmalar gökkuşığı alabalıklarının enerji ihtiyacının karşılanmasında n-6 serisi yağ asitlerini içeren bazı bitkisel yağların yemlerinde kullanılabileceği bildirilmektedir (Emidio ve diğ., 1993; Sanz. ve diğ., 1994; Otha ve Watanabe, 1996; Rouhonen ve diğ., 1998).

Genellikle, gökkuşığı alabalığı yemlerinde enerji kaynağı olarak ipitlerin kullanılması diğer enerji kaynaklarına göre daha ekonomiktir (Emidio ve diğ., 1993; Sargent ve diğ., 1997; Sanz ve diğ., 1994).

Son yıllarda, su canlılarına yönelik olarak üretilen ekstrude yemlerde özellikle de alabalık yemlerinde kullanılan lipit miktarında önemli artışlar vardır. Bu nedenle, balık yemlerinde lipitlerin kullanımı, balıkların büyümesi ve etlerinin kimyasal kaliteleri üzerine etkilerinin araştırılması üzerine daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (Emidio ve diğ., 1993; Sanz ve diğ., 1994).

Şener ve Yıldız (2003) yaptıkları bir çalışmada, balık yağı, ayçiçeği yağı ve soya yağı katılan yemlerle (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'dir) yavru gökkuşığı alabalıklarını 2 ay süreyle beslemişlerdir. Deneme sonucunda, balıklar sırasıyla; 29.3, 28.1 ve 28.8 g canlı ağırlık artışı kazanmışlardır. 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 gökkuşığı 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 edilmiştir. Ayrıca, yavru gökkuşığı 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 saptanmıştır. Balıkların karaciğerindeki n-3 serisi yağ asitleri toplamının sırasıyla; % 41.33, % 29.69 ve % 33.35 oranlarında, n-6 serisi yağ asitleri toplamının ise; %6.37, %22.03 ve % 15.84 oranlarında olduğu belirlenmiştir. Deneme gruplarındaki balıkların et ve karaciğerindeki n-3 ve n-6 serilerine ait yağ asidi oranları arasındaki farklılıkların önemli olduğu ( $p<0,05$ ) tespit edilmiştir. Şener ve Yıldız (2003), yavru gökkuşığı alabalıklarının yemlerinde balık yağının tamamı yerine (% 14 oranında) ayçiçeği ve soya yağlarının kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Bu çalışmada ise deneme gruplarındaki balıkların; kondisyon faktörü, yem tüketimi, protein değerlendirme indeksi, viserosomatik indeks değerleri, araştırma yemlerindeki ham protein, yağ, kül, lif ve enerjinin sindirilme oranları, 1 kg balık üretimi için yem maliyetleri balık etlerinin ham protein, yağ, su, toplam enerji ve karaciğerdeki n-3 serisi yağ asidi düzeylerine ait değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulundu ( $p>0,05$ ). Elde edilen verilerin ışığı altında, gökkuşığı alabalığı yeminde balık yağının tamamı yerine,

yemin %17'si oranında soya yağı, ayçiçeği yağı, mısır yağı veya fındık yağlarının kullanılmasının mümkün olduğu sonucuna varıldı. Mevcut parametrelere ilişkin elde edilen sonuçlar Emidio ve diğ. (1993), Otha ve Watanabe (1996), Rouhonen ve diğ. (1998), Kiesling ve diğ. (2001), Şener ve Yıldız (2003) tarafından elde edilen mevcut sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Yıldız ve Şener (2004), deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yemlerinde balık yağı, soya yağı, ayçiçeği yağı ve zeytin yağını kullanmışlardır. Araştırma yemlerinin ham yağ oranını %12 ve ham protein oranını %57 olarak belirlemişlerdir. Yağ asidi analizlerinde, balık yağı içeren yemlerde eikosapentaenoik asit (EPA) (%7,57) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) (%11,91), soya yağı içeren yemlerde linolenik asit (%5,50) ve zeytinyağı içeren yemlerde oleik asit (%62,69)'in diğer yemlere göre daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, linoleik asit soya yağı içeren yemlerde %40,66, ayçiçeği yağı içeren yemlerde %44,58 ve mısır yağı içeren yemlerde %45,57 oranında bulunmuştur. Çalışma sonunda en iyi canlı ağırlık artışı ve yem değerlendirme oranı balık yağı içeren yemle beslenen gruptan elde edilmiştir. Bununla birlikte mısır yağı içeren yemle beslenen gruptaki balıklardan sağlanan canlı ağırlık artışı diğer gruptakilerden daha düşük düzeyde bulunmuştur. Deneme sonunda, elde edilen balıkların karkasındaki ham yağ analizlerine göre; balık yağı ilave edilen yemle beslenen balıklarda en yüksek yağ düzeyi belirlenmiştir. Tüm vücut etindeki yağ asidi analizlerinde de en yüksek EPA ve DHA değerleri yine balık yağı ilave edilen yemle beslenen balıklardan sağlanmıştır. Soya yağı ilave edilen yemle beslenen balıklarda linolenik ve linoleik yağ asitleri en yüksek düzeyde bulunmuştur. Zeytin yağı ilave edilen yemle beslenen balıklarda ise oleik asit en yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde, deneme gruplarına ait balıkların canlı ağırlık artışı, karkastaki yağ ve yağ asidi miktarlarına ait değerler arasında farklılıklar önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur.

Gökkuşacağı alabalıklarının balık yağı, soya ve ayçiçeği yağlarını içeren yemlerle beslenmesi sonucunda bu çalışmada elde edilen mevcut değerlere ilişkin sonuçlar, Yıldız ve Şener (2004)'in balık yağı, soya yağı ve ayçiçeği yağı içeren yemlerle beslenen deniz levreğinden elde ettikleri değerlere ait sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Bu çalışmada elde edilen verilerin ışığı altında, gökkuşacağı alabalığı yeminde balık yağının tamamı yerine, yemin %17'si oranında soya yağı, ayçiçeği yağı, mısır yağı veya fındık yağlarının kullanılmasının mümkün olduğu, fakat yemin %17'si oranında pamuk tohumu yağının kullanılmasının ise uygun olmadığı sonucuna varıldı.

## 6. KAYNAKLAR

- Akyurt, İ., 1993. Balık Besleme, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Erzurum, 219 s.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1995. Official Methods of Analysis. 16 th Edn., AOAC, Arlington, V.A.
- APHA (American Public Health Association), 1985. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16 th. Edition, Washington, 1268 p.
- Austreng, E., 1978. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. *Aquaculture*, 13, 265-272.
- Ballestrazzi, R., Rainis, S., Maxia, M., 2006. The replacement of fish oil with refined coconut oil in the diet of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Ital. J. Anim. Sci.*, 5, 155-164.
- Barnabe, G. 1990. Culture of salmonids in freshwater. *Aquaculture*. R. Bilard (Ed.), Ellis Harward Limited, England. 2: 549-592.
- Bell, J.G., Castell, J.D., Tocher, D.R., McDonald, F.M., Sargent, J.R., 1995. Effects of different dietary arachidonic acid: docosahexaenoic acid ratios on phospholipid fatty acid compositions and prostaglandin production in juvenile turbot, *Scophthalmus maximus*. *Fish. Physiol. Biochem.*, 14, 139-151.
- Cho, C.Y., Slinger, S.J., 1979. Apparent digestibility measurement in feedstuffs for rainbow trout. In: J. Halver and K. Tiews (Editors). *Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*. Vol. II. Heenemann, Berlin, pp. 239-247.
- Çetinkaya, O., 1995. Balık Besleme. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 9, Van, 137 s.
- De Silva, S.S., Anderson, T.A., 1995. *Fish Nutrition in Aquaculture*. First Edition, Chapman and Hall, London, 319 p.
- 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/UNDP, 1985. *Fish Feed Technology*. Aquaculture Development and Coordination Programme, Rome, 395 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization), 2002. Use of fish meal and fish oil in aquafeeds: further thoughts on the fish meal trap. M.B. New and U.N.Wijkström (eds.). *FAO Fisheries Circular N. 875*, Roma, Italy.
- Halver, J.E., 1972. *Fish Nutrition*. Academic Press Inc., New York, 723 p.
- Halver, J.E., 1989. *Fish Nutrition*. Second Ed., Academic Press Inc., New York, 789 p.

- Halver, J.E., Hardy, R.W., 2002. Fish Nutrition. Third Edition, Academic Pres Inc., New York, 824 p.
- Hara, A., Radin, N.S., 1978. Lipid extraction of tissues with a low- toxicity. Solvent Analytical Biochemistry, 90(1): 420-426.
- Haşimoğlu, S., Aksoy, A., 1977. Rasyon Hesaplama Metotları ve Yemleme Prensipleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Yayın No: 224, Erzurum, 439 s.
- 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., 2003. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I (Balık Besleme Fizyolojisi ve Biyokimyası). Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No: 50, Bornava, İzmir, 276 s.
- Goddard, S. 1996. Feed Management in Intensive Aquaculture. Printed in the United States of America, Includes bibliographical references and index, Chapman and Hall Press, New York, 194 pp.
- Ibeas, C., Cejas, J., Gomez, T., Jerez, S., Lorenzo, A., 1996. Influence of dietary n-3 highly unsaturated fatty acids levels on juvenile gilthead seabream *Sparus aurata* growth and tissue fatty acid composition. Aquaculture, 142, 221-235.
- Kiesling, A., Pickova, J., Johansson, L., Asgard, T., Storebakken, T., Kiessling, K.H. 2001. Changes in fatty acid composition in muscle and adipose tissue of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. Food Chemistry, 73: 271-284.
- 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* larvae with growth. Aquaculture, 116: 71-82.
- Lovell, T., 1989. Nutrition and Feeding of Fish. An. AVI Book, Published by Van Nostrand Reinhold, New York, 260 p.
- Lovell, T., 1998. Nutrition and Feeding of Fish. Second Edition, Kluwer Academic Publishers, London, 261 p.
- Mattson, N.S., Riple, T.H., 1989. Metomidate, a better anaesthetic for cod (*Gadus morhua*) in comparison with benzocain, MS-222, choloro butanol and phenoxyethanol. Aquaculture, 83, 89-94.
- Menoyo, D., Lopez-Bote, C.J., Obach, A., Bautista, J.M., 2005. Effect of dietary fish oil substitution with linseed oil on the performance, tissue fatty acid profile, metabolism, and oxidative stability of Atlantic salmon. J. Anim. Sci., 83, 2853-2862.

- Montero, D., Kalinowski, T., Obach, A., Robaina, L., Tort, L., Caballero, M.J., Izquierdo, M.S., 2003. Vegetable lipid sources for gilthead seabream (*Sparus aurata*): effects on fish health. *Aquaculture*, 225, 353–370.
- Nas, S., Gökalp, H.Y., Ünsal, M., 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ders Kitapları Yayın No:005, Mühendislik Fakültesi Matbaası, Denizli, 329 s.
- Navarro, J.C., Henderson, R.J., McEvoy, L.A., Bell, M.V., Amat, F., 1999. Lipid conversion during enrichment of *Artemia*. *Aquaculture*, 174, 155–166.
- NRC (National Research Council), 1990. Nutrient Requirement of Coldwater Fishes. National Academy Press, Third Printing, Washington D.C., 63 p.
- NRC (National Research Council), 1999. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington D.C., 114 p.
- Olsen, R.E., Melle, W., Toresen, R., Valdemarsen, J.W., Torrison, O.J., 2004. New marine feed resources for aquafeeds. Page 71 (abstr.) in Proc. 11th Int. Symp. on Nutrition and Feeding in Fish, Phuket Island, Thailand.
- 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.
- Peres, H., Oliva-Teles, A., 1999. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by european sea bass juveniles (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 179, 325-334.
- Petry, H., Rapp, W., 1971. Zur Problematik der Chromoxidbestimmung in Verdauungsversuchen. *Z. Tierphysiol. Tierernähr. U. Futtermittelkd.*, 27, 4, 181-189.
- Pickova, J., Dutta, P., Larsson, P.O., Kiessling, A., 1997. Early embryonic cleavage pattern, hatching success and egg-lipid fatty acid composition: Comparison between two cod stocks (*Gadus morhua*). *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.
- Refstie, S., Storebakken, T., Baeverfjord, G., Roem, A.J., 1997. Long-term protein and lipid growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with partial replacement of fish meal by soy protein products at medium or high lipid level. *Aquaculture*, 193: 91-106.
- Regost, C., Arzel, J., Robin, J., Rosenlund, G., Kaushik, S.J., 2003. Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in turbot (*Psetta maxima*) 1. Growth performance, flesh fatty acid profile, and lipid metabolism. *Aquaculture*, 217, 465–482.

- Rouhonen, K., Vielma, J., Grove, D.J. 1998. Growth and food utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low-fat herring and dry diets enriched with fish oil. *Aquaculture*, 163: 275-281.
- Morales, A.E., Sanz, A., De la Higuera, M., Cardente, G. 1994. Sunflower meal compared with soybean meal as partial substitutes for fishmeal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets: protein and energy utilization. *Aquaculture*, 128: 287 -300.
- Sargent, J.R., Mcevoy, L.A., Bell, J.G. 1997. Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine fish larval feeds. *Aquaculture*, 155: 117-127.
- Serot, T., Regost, C., Prost, C., Robin, J., 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 (14) 1339-1346.
- Steffens, W., 1997. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 151, 97-119.
- 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.
- Tinoco, J., 1982. Dietary requirements and functions of  $\alpha$ -linolenic acid in animals. *Prog. Lipid Res.*, 21, 1-45.
- URL 1. <http://www.essentialoils.co.za/hazelnut-oil.htm#Typical%20chemical%20analysis%20of%20hazelnut%20oil>
- Vergara, J.M., Lopez-Calero, G., Robaina, L., Caballero, M.J., Montero, D., Izquierdo, M.S., Asknes, A., 1999. Growth, feed utilization and body lipid content of gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed increasing lipid levels and fish meals of different quality. *Aquaculture*, 179, 35-44.
- 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). *Proceedings of the Workshop of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), Jointly Organized by CIHEAM, FAO and IEO Mazarron (Spain), 24-26 June 1996. Sci. Eds. A. Tacon, B. Basurco., 225-233.*
- 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.
- 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

Zelenka, J., Fajmonova, E., Komprda, T., Kladroba, D., Sarmanova, I., 2003. Effect of dietary linseed and sunflower oil on cholesterol and fatty acid contents in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets. Czech J. Anim. Sci., 48, (8) 321–330.

## ÖZGEÇMİŞ

Elazığ'da 1981 yılında doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Elazığ'da tamamladıktan sonra, 2000 yılında Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine kayıt yaptırđım ve 2004 yılında mezun oldum. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı'nda, 2005 yılı Eylül ayında, Yüksek Lisans yapmaya hak kazandım.

Vahdettin ENGİN  
Yüksek Lisan Öğrencisi