

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

**GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) YEMLERİNDE**  
**KANOLA YAĞINI KULLANMA OLANAKLARI**

**SEVAL YAMAN DERNEKBAŞI**

**DOKTORA TEZİ**  
**SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN**  
**Doç. Dr. İSMİHAN KARAYÜCEL**

**SİNOP-2008**

T.C.

**SİNOP ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Bu çalışma jürimiz tarafından 08.10.2008 tarihinde yapılan sınav ile Su  
Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı'nda DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

**Başkan:** Prof.Dr. Mustafa KALMA

**Üye:** Doç.Dr. İsmihan KARAYÜCEL

**Üye:** Yrd.Doç.Dr. Sebahattin ERGÜN

**Üye:** Yrd.Doç.Dr. Serap USTAOĞLU TIRIL

**Üye:** Yrd.Doç.Dr. Hünkar Avni DUYAR

**ONAY:**

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

Doç.Dr. İsmihan KARAYÜCEL

Fen Bilimleri Enstitü Müdürü

## GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) YEMLERİNDE KANOLA YAĞINI KULLANMA OLANAKLARI

### ÖZET

Bu araştırmada, farklı oranlarda kanola yağı içeren rasyonların gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) büyümesi, kimyasal kompozisyonu ve yağ asit miktarları üzerine etkileri incelenmiştir.

Araştırmada, ortalama canlı ağırlıkları  $119 \pm 0.17$  g olan gökkuşağı alabalıkları için, protein oranları (~%47) ve yağ oranları (~%17) eşit olacak şekilde, %100 balık yağı (BY100) içeren kontrol yemi, %25 (KY25), %50 (KY50), %75 (KY75) ve %100 (KY100) kanola yağı içeren beş farklı deneme yemi hazırlanmış ve 70 gün boyunca balıklar bu yemlerle beslenmiştir.

Deneme sonunda canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, oransal büyüme oranı, yem tüketimi, yem değerlendirme sayısı, protein tüketimi, protein değerlendirme randımanı, balık vücudunda tutulan protein miktarları, hepatosomatik indeks ve viserosomatik indeks değerleri yemlere katılan kanola yağından etkilenmemiştir ( $p > 0.05$ ). Ancak, görülebilir net protein verimliliği miktarı deneme yemlerinden etkilenmiş olup ( $p < 0.05$ ), en düşük KY50 grubunda  $33.64 \pm 1.74$  ve en yüksek BY100 grubunda  $41.57 \pm 0.46$  olarak hesaplanmıştır. Deneme yemleri ile beslenen grupların karkas randımanı açısından da deneme başı ile deneme sonunda belirlenen değerleri arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ).

Gökkuşağı alabalıklarının vücut kompozisyonları ham kül miktarları hariç deneme yemlerinden etkilenmiş, en düşük nem oranı KY25 grubunda ( $73.80 \pm 0.13$ ), en yüksek BY100 grubunda ( $74.43 \pm 0.04$ ), en düşük ham protein oranı KY100 grubunda ( $19.84 \pm 0.21$ ), en yüksek BY100 grubunda ( $21.98 \pm 0.09$ ), en düşük ham yağ oranı KY50 grubunda ( $3.09 \pm 0.37$ ), en yüksek KY75 grubunda ( $4.42 \pm 0.39$ ) belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Ham selüloz oranları ise deneme yemlerinde kanola yağının artmasına paralel olarak artış ( $0.08 \pm 0.00$ -  $0.19 \pm 0.01$ ) göstermiştir.

Vücut yağ asiti kompozisyonları, deneme yemlerinde tespit edilen yağ asiti kompozisyonlarını yansıtmıştır. Yağ asitleri içerisinde en fazla bulunan yağ asitlerinin palmitik asit (C16:0), oleik asit (C:18:1 $\omega$ 9), linoleik asit (C18:2 $\omega$ 6) ve dekosahegzaenoik asit (C22:6 $\omega$ 3) olduğu belirlenmiştir.

Deneme yemlerinde, tüm yağ asitleri içerisinde, toplam doymuş yağ asitleri (SAFA) oranı en yüksek BY100 yeminde (%34.12±0.51), en düşük KY100 yeminde (%16.25±0.38); toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) oranı en yüksek KY100 yeminde (%49.74±0.35), en düşük BY100 yeminde (%26.83±0.47), toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) oranı en yüksek BY100 yeminde (%38.11±0.69); en düşük KY100 yeminde (%34.02±0.12) belirlenmiş ve bütün gruplar arasında önemli farklar tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Ayrıca eikosapentaenoik asit (EPA), dekohegzaenoik asit (DHA),  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 miktarları en yüksek BY100 yeminde (sırasıyla %9.26±0.30, %16.61±0.83, %20.41±0.82 ve %2.51±0.13) ve en düşük KY100 yeminde (sırasıyla %2.32±0.06, % 5.91±0.11, %12.05±0.24 ve %0.61±0.01),  $\omega$ -6 miktarı ise en yüksek KY100, en düşük BY100 yeminde (sırasıyla %19.66±0.13 ve %8.15±0.16) belirlenmiştir ( $p<0.05$ ).

Deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında ise tüm yağ asitleri içerisinde  $\Sigma$ SAFA oranı en yüksek BY100 (%31.56±0.78), en düşük KY75 grubunda (%25.07±0.31);  $\Sigma$ MUFA oranı en yüksek KY75 (%34.72±1.02), en düşük BY100 grubunda (%29.36±0.70);  $\Sigma$ PUFA oranı en yüksek KY100 (%38.53±0.65), en düşük BY100 grubunda (%34.34±0.45) tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). EPA, DHA, ve  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 miktarları, en yüksek BY100 grubunda (sırasıyla; %4.60±0.02, 16.28±0.18 ve 1.87±0.07), en düşük KY75 grubunda (sırasıyla; %2.20±0.01 11.17±0.95 ve 0.81±0.05) belirlenmiştir ( $p>0.05$ ).  $\omega$ -3 miktarı en yüksek KY25 (%18.25±1.09), en düşük KY75 grubunda (%14.86±0.95),  $\omega$ -6 miktarı ise en yüksek KY75 (%18.66±0.39) ve en düşük BY100 grubunda (%9.48±0.21) tespit edilmiştir.

Bu çalışmadaki sonuçlar, gökkuşuğu alabalıklarında büyüme, kimyasal kompozisyon ve yağ asitleri üzerine herhangi bir olumsuz etki yapmadan, yemlerdeki balık yağının tamamının kanola yağı ile değiştirilebileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), kanola yağı, büyüme performansı, kimyasal kompozisyon, yağ asitleri

**THE POSSIBILITIES OF UTILIZATION OF CANOLA OIL IN RAINBOW  
TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) DIETS**

**ABSTRACT**

In this study, effects of different levels of dietary canola oil on growth, body proximate composition and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) were investigated.

Five different experimental diets with equal protein (~47%) and lipid (~17%) content containing 0% (100% fish oil as control diet- group BY100), 25% (group KY25), 50% (group KY50), 75% (group KY75) and 100% (group KY100) canola oil were formulated for rainbow trout with a mean weight of 119±0.17 g and fed for 70 days.

In the end of the experiment, wet weight gain, specific growth rate, relative growth rate, feed intake, feed efficiency rate, protein intake, protein efficiency ratio, protein retention, hepatosomatic index and vicosomatic index were unaffected by diet treatment ( $p>0.05$ ). However, apparent net protein retention was effected by diet ( $P<0.05$ ), and accounted as minimum in KY50 (%33.64±1.74) and maximum in BY100 (%41.57±0.46). Carcass composition was significantly different between the initials and the end of the groups ( $P<0.05$ ).

Body compositions of rainbow trout fed with the experimental diets were affected by diet excluding crude ash and the minimum and the maximum moisture, crude protein and crude lipid contents were in KY25 (%73.80±0.13) and in BY100 (%74.43±0.04), in KY100 (%19.84±0.21) and in BY100 (%21.98±0.09), in KY50 (%3.09±0.37) and in KY75 (%4.42±0.39), respectively ( $p<0.05$ ). Crude fiber content was increased with increasing canola oil in the experimental diets (%0.08±0.00- %0.19±0.01).

Body fatty acid compositions were mirrored fatty acid compositions determined in the experimental diets. The maximal existed fatty acids were palmitic acid (C16:0), oleic acid (C:181ω9), linoleic acid (C18:2ω6) and docosahexaenoic acid (C22:6ω3).

The maximum and the minumun mean total Saturated Fatty Acid (SAFA), Mono Unsaturated Fatty Acid (MUFA) and Poly Unsaturated Fatty Acid (PUFA) in the

experimental diets were in BY100 diet ( $\%34.12\pm0.51$ ) and in KY100 diet ( $\%16.25\pm0.38$ ), in KY100 diet ( $\%49.74\pm0.35$ ) and in BY100 diet ( $\%26.83\pm0.47$ ) and in BY100 diet ( $\%38.11\pm0.69$ ) and in KY100 diet ( $\%34.02\pm0.12$ ), respectively and differed significantly among all groups ( $P<0.05$ ). In addition, eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA),  $\omega$ -3 and  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 amounts were maximum in BY100 diet ( $\%9.26\pm0.30$ ,  $\%16.61\pm0.83$ ,  $\%20.41\pm0.82$  and  $\%2.51\pm0.13$ , respectively) and minimum in KY100 diet ( $\%2.32\pm0.06$ ,  $\%5.91\pm0.11$ ,  $\%12.05\pm0.24$  and  $\%0.61\pm0.01$ , respectively) while  $\omega$ -6 was maximum in KY100 and minimum in BY100 ( $\%19.66\pm0.13$  and  $\%8.15\pm0.16$ , respectively) ( $p<0.05$ ).

In rainbow trout fed with the experimental diets, total SAFA, total MUFA and total PUFA in all fatty acid were maximum and minimum in BY100 ( $\%31.56\pm0.78$ ) and in KY75 ( $\%25.07\pm0.31$ ), in KY75 ( $\%34.72\pm1.02$ ) and in BY100 ( $\%29.36\pm0.70$ ) and in KY100 ( $\%38.53\pm0.65$ ) and in BY100 ( $\%34.34\pm0.45$ ), respectively ( $P>0.05$ ). EPA, DHA, and  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 amounts were maximum in BY100 group ( $\%4.60\pm0.02$ ,  $16.28\pm0.18$  and  $1.87\pm0.07$ , respectively) and minimum in KY75 group ( $\%2.20\pm0.01$ ,  $11.17\pm0.95$  and  $0.81\pm0.05$ , respectively) ( $p>0.05$ ).  $\omega$ -3 was maximum in KY25 group ( $\%18.25\pm1.09$ ) and minimum in KY75 group ( $\%14.86\pm0.95$ ) while  $\omega$ -6 was maximum in KY75 group ( $\%18.66\pm0.39$ ) and minimum in BY100 group ( $\%9.48\pm0.21$ ).

This study was showed that canola oil can be used about 100% replacement of fish oil without any negative effect on growth, chemical composition and fatty acid composition of rainbow trout.

**Key Words:** Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), canola oil, growth performance, chemical composition, fatty acids.

**TEŞEKKÜR**

Araştırmam boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen başta danışman hocam Sayın Doç.Dr. İsmihan KARAYÜCEL olmak üzere, Sayın Hocam Doç.Dr. Sedat KARAYÜCEL'e, Tez İzleme Komitesi Üyeleri, Hocalarım Sayın Yrd.Doç.Dr. Serap USTAOĞLU TIRIL ve Yrd.Doç.Dr. Hünkar Avni DUYAR'a, jüri üyesi Sayın Hocam Yrd.Doç.Dr. Sebahattin ERGÜN'e, ayrıca Su Ürünleri Fakültesi Dekanı Sayın Hocam Prof.Dr. İbrahim ERKOYUNCU'ya teşekkür ederim.

Denemenin kurulum aşamasında malzeme temininde ve denemenin kurulumunda yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Hayati ÖZKOCA, Vedat CANKUR, Vedat AKSAN ve teknisyen İsmail KARAKAN'a, kimyasal analizlerin yapımında yardımcı olan doktora öğrencisi Hatice ÜNAL ve yüksek lisans öğrencisi Hamide ERDURDU'ya, yağ asidi analizleri yapımında yardımcı olan Sayın Hocam Yrd.Doç.Dr. Abdullah ÖKSÜZ'e, ayrıca deneme yemlerinin hazırlanmasında kullandığım ham maddelerin temininde SİBAL Black Sea Feed A.Ş.'ye ve deneme balıklarının temininde Sayın Osman PARLAK'a teşekkür ederim.

Bütün tez çalışmalarım boyunca manevi desteklerini esirgemeyen ve büyük sabır gösteren sevgili hayat arkadaşım Ali Haydar DERNEKBAŞI ve kızım Deniz'e, anneme, babama, kardeşlerime ve kayınvalideme teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>ÖZET</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	vi
<b>TEŞEKKÜR</b>	viii
<b>İÇİNDEKİLER</b>	ix
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b>	xii
<b>TEZDE GEÇEN BALIKLAR VE LATİNCE İSİMLERİ</b>	xiv
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b>	xv
<b>ÇİZELGELER LİSTESİ</b>	xviii
<b>1. GİRİŞ</b>	1
<b>2. LİTERATÜR ÖZETİ</b>	6
2.1. Tatlı Su Balıklarında Bitkisel Kaynaklı Yağların Değerlendirilmesi	6
2.2. Deniz Balıklarında Bitkisel Kaynaklı Yağların Değerlendirilmesi	10
<b>3. GENEL BİLGİLER</b>	16
3.1. Kanola Bitkisi	16
3.1.1. İklim ve Toprak İstekleri	18
3.1.2. Ekim Zamanı	18
3.1.3. Tohumluk	19
3.1.4. Ekim Şekli	19
3.1.5. Gübreleme	20
3.1.6. Diğer Kullanım Alanları	21
3.2. Kanola Yağı	22
3.3. Gökkuşuğu Alabalığının Besin İhtiyaçları	26
3.3.1. Proteinler	26
3.3.2. Lipidler	27
3.3.3. Vitaminler	32
3.3.4. Mineraller	33
<b>4. MATERYAL VE METOT</b>	35
4.1. Materyal	35
4.1.1. Araştırma Yeri	35
4.1.2. Tank Materyali	35



4.1.3. Balık Materyali	36
4.1.4. Deneme Yemleri	36
4.2. Metot	38
4.2.1. Araştırma Süresi	38
4.2.2. Araştırma Planı	39
4.2.3. Rasyonların Hazırlanması	39
4.2.4. Balıkların Yemlenmesi	39
4.2.5. Balıkların Tartılması	40
4.2.6. Büyüme Performansı Parametrelerinin Belirlenmesi	40
4.2.6.1. Canlı Ağırlık Artışı (CAA) ve Yaşama Oranı (YO)	40
4.2.6.2. Spesifik Büyüme Oranı (SBO)	40
4.2.6.3. Oransal Büyüme Oranı (OBO)	40
4.2.6.4. Yem Tüketimi (YT)	41
4.2.6.5. Yem Değerlendirme Sayısı (YDS)	41
4.2.6.6. Protein Tüketimi (PT)	41
4.2.6.7. Protein Değerlendirme Randımanı (PDR)	41
4.2.6.8. Balık Vücudunda Tutulan Protein (BTP)	42
4.2.6.9. Görülebilir Net Protein Verimliliği (GNPV)	42
4.2.7. Hepatosomatik İndeks (HSI), Viserosomatik İndeks (VSI) ve Karkas Randımanı Değerlerinin Belirlenmesi	42
4.2.8. Kimyasal Analizler	43
4.2.8.1. Kuru Madde Analizi	43
4.2.8.2. Ham Protein Analizi	43
4.2.8.3. Ham Yağ Analizi	44
4.2.8.4. Ham Kül Analizi	44
4.2.8.5. Ham Selüloz Analizi	45
4.2.8.6. Yağ Asitleri Analizi	45
4.2. 9. İstatistiksel Değerlendirme	46
<b>5. BULGULAR</b>	47
5.1. Su Sıcaklıkları, pH ve Oksijen Değerlerine İlişkin Bulgular	47
5.2. Büyüme Performansı ve Yaşama Oranına İlişkin Bulgular	48

5.3. Toplam Yem Tüketimi, Yem Tüketimi (YT, g/balık) ve Yem Değerlendirme Sayısına (YDS) İlişkin Bulgular	50
5.4. Protein Tüketimi ve Protein Değerlendirme Randımanına İlişkin Bulgular	51
5.5. Hepatosomatik İndeks (HSI), Viserosomatik İndeks (VSI) ve Karkas Randımanına (KR) İlişkin Bulgular	53
5.6. Vücut Kompozisyonu Değerlerine İlişkin Bulgular	55
5.6. Yağ asitleri Kompozisyonuna İlişkin Bulgular	58
5.6.1. Toplam Doymuş Yağ Asitleri (SAFA) Değerlerine İlişkin Bulgular	58
5.6.2. Toplam Tekli Doymamış Yağ Asitleri (MUFA) Değerlerine İlişkin Bulgular	64
5.6.3. Toplam Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (PUFA) Değerlerine İlişkin Bulgular	69
5.6.4. Toplam Yağ Asidi Değerlerine İlişkin Bulgular	78
<b>6. TARTIŞMA</b>	82
<b>7. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	99
<b>8. KAYNAKLAR</b>	103
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	110

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

C14:0	Miristik Asit
C14:1	Miristoleik Asit
C15:0	Pentadesanoik Asit
C16:0	Palmitik Asit
C16:1 $\omega$ 7	Palmitoleik Asit
C16:1 $\omega$ 9	Palmitoleik Asit-2
C16:2 $\omega$ 4	Adlandırılmamış
C16:4 $\omega$ 1	Adlandırılmamış
C17:0	Heptadesanoik Asit
C17:1 $\omega$ 10	cis-10 Heptadesanoik Asit
C18:0	Stearik Asit
C18:1 $\omega$ 7	Vasenik Asit
C18:1 $\omega$ 9	Oleik Asit
C18:2 $\omega$ 6	Linoleik Asit
C18:3 $\omega$ 6	$\square$ -Linoleik Asit
C18:3 $\omega$ 3	Linolenik Asit
C18:4 $\omega$ 3	Stearidonik Asit
C20:0	Araşidik Asit
C20:1	Eikosanoik Asit
C20:1 $\omega$ 9	Eikosanoik Asit
C20:2	Eikosadienoik Asit
C20:3 $\omega$ 6	cis-8,11,14 Eikosatrienoik Asit
C20:4 $\omega$ 6	Araşidonik Asit
C20:3 $\omega$ 3	cis-11,14,17 Eikosatrienoik Asit
C20:5	Eikosapentaenoik Asit
C22:0	Behenik Asit
C22:1 $\omega$ 9	Erusik Asit
C22:4	cis-7,10,13,16 Dekosatetraenoik Asit
C22:5 $\omega$ 3	Dekosapentaenoik Asit
C22:6 $\omega$ 3	Dekosahegzaenoik Asit
C24:0	Lignoserik Asit
SAFA	Doymuş Yağ Asitleri

MUFA	Tekli Doymamış Yağ Asitleri
PUFA	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
HUFA	Aşırı Doymamış Yağ Asitleri
$\omega$	Omega
EPA	Eikosapentaenoik Asit
DHA	Dekosahegzaenoik Asit
$\Sigma$	Toplam
FCR	Feed Efficiency Ratio (Yem Değerlendirme Sayısı)
CANOLA	<b>CAN</b> adian <b>Oil Low</b> Asit
S	Kükürt
N	Azot
P	Fosfor
EFA	Essential fatty acid (Esansiyel yağ asitleri)
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum

**TEZDE GEÇEN BALIKLAR VE LATİNCE İSİMLERİ**

Gökkuşığı alabalığı	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Aynalı sazan	<i>Cyprinus carpio</i>
Dere alabalığı	<i>Salmo trutta forma fario</i>
Kaynak alabalığı	<i>Salvelinus fontinalis</i>
Çipura	<i>Sparus aurata</i>
Tuna	<i>Thunnus tyhnnus</i>
Somon (Atlantik alabalığı)	<i>Salmo salar</i>
Sardalya	<i>Sardina pilchardus</i>
Ringa balığı	<i>Clupea harengus</i>
Afrika kedi balığı	<i>Heterobranchus longifilis</i>
Coho salmon	<i>Oncorhynchus kisutch</i>
Rus mersin balığı	<i>Acipencer guldenstaedtii</i>
karabalık	<i>Clarias gariepinus</i>
Murray morinası	<i>Maccullochella peelii peelii</i>
Kahverengi alabalık	<i>Salmo trutta</i>
Surubim	<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>
İşkine	<i>Sciaenops ocellatus</i>
Kırmızı çipura	<i>Pagrus auratus</i>
Kalkan	<i>Psetta maxima</i>
Levrek	<i>Dicentrarchus labrax</i>
Japon levreği	<i>Lateolabrax japonicus</i>
Pembe levrek	<i>Sander lucioperca</i>
Günüşiği levreği	<i>Morone chrysops</i> × <i>Morone saxatilis</i>
Geniş ağızlı levrek	<i>Micropterus salmoides</i>
Beyaz levrek	<i>Atractoscion nobilis</i>
Ot sazanı	<i>Ctenopharyngodon idella</i>
Chinook salmon	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>
Karides	<i>Penaeus japonicus</i>
Midye	<i>Mytilus galloprovincialis</i>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Türkiye 2005 yılı su ürünleri üretim verileri	2
Şekil 3.1.1. Kanola bitkisi ( <i>Brassica napus</i> )	17
Şekil 3.1.4.1. Kanola bitkisinin vejetasyon başlangıcı	20
Şekil 3.1.6.1. Tohumlu kanola bitkisi ve kanola tohumu	21
Şekil 4.1.2.1. Araştırmada kullanılan tanklar	35
Şekil 4.1.3.1. Araştırmada kullanılan gökkuşağı alabalığı	36
Şekil 5.1.1. Araştırma süresince belirlenen haftalık ortalama su sıcaklığı (°C,a), pH (b) ve oksijen (mg/l, c) değerleri	47
Şekil 5.2.1. Deneme gruplarının deneme başı ve deneme sonu ortalama canlı ağırlıkları (g)	49
Şekil 5.2.2. Deneme gruplarının canlı ağırlık artışı (CAA, %, a), yaşama oranı (YO, %, b), spesifik büyüme oranları (SBO, %, c) ve oransal büyüme oranları (OBO, %, d)	50
Şekil 5.3.1. Gruplardan elde edilen toplam yem tüketimi (g, a), balık başına yem tüketimi (YT, g/balık, b) ve yem değerlendirme sayıları (YDS, c)	51
Şekil 5.4.1. Gruplardan elde edilen Protein tüketimi (PT, g/balık, a), Protein değerlendirme randımanı (PDR, b), Balık vücudunda tutulan protein (BTP, g/balık, c) ve Görülebilir net protein verimliliği (GNPV, %, d).	54
Şekil 5.5.1. Deneme başında ve deneme sonunda gruplardan elde edilen HSI (a), VSI (b) ve KR (c) değerleri (%).	55
Şekil 5.6.1. Gökkuşağı alabalığının deneme başı ve sonunda nem (a), ham protein (HP, b), ham yağ (HY, c), ham kül (HK, d) ve ham selüloz (HS, e) oranları (%).	57
Şekil 5.7.1.1. Deneme yemlerinde Miristik asit (C14:0, a), Pentadekanoik asit (C15:0, b), Palmitik asit (C16:0, c), Heptadekanoik asit (C17:0, d), Stearik asit (C18:0, e) ve Araşidik asit (C20:0, f) miktarları.	59
Şekil 5.7.1.2. Deneme yemlerinde toplam SAFA dağılımı (%)	59
Şekil 5.7.1.3. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşağı alabalıklarında; Miristik asit (C14:0, a) Pentadekanoik asit (C15:0, b), Palmitik asit (C16:0, c), Heptadekanoik asit (C17:0, d), Stearik asit (C18:0, e), Araşidik asit (C20:0, f), Trikosanoik asit (C23:0, g) ve Lignoserik asit	

(C24:0, h) miktarları.	63
Şekil 5.7.1.4. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşacağı alabalıklarında toplam SAFA dağılımı (%)	63
Şekil 5.7.2.1. Deneme yemlerinde; Palmitoleik asit (C16:1ω7, a), cis-10, Heptadesenoik asit (C17:1ω10, b), Oleik asit (C18:1ω9, c), Vasenik asit (C18:1ω7, d), Eikosenoik asit (C20:1, e) ve Erusik asit (C22:1ω9, f) miktarları.	65
Şekil 5.7.2.2. Deneme yemlerinde toplam 6MUFA dağılımı (%)	66
Şekil 5.7.2.3. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşacağı alabalıklarında; Palmitoleik asit (C16:1ω 7, a), Palmitoleik asit-2 (C16:1ω 9, b), cis-10 Heptadesenoik asit (C17:1ω10, c), Oleik asit (C18:1ω9, d), Vasenik asit (C18:1ω7, e), Eikosenoik asit (C20:1, f) ve Erusik asit (C22:1ω9, g) miktarları.	68
Şekil 5.7.2.4. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşacağı alabalıklarında toplam MUFA dağılımı (%)	69
Şekil 5.7.3.1. Deneme yemlerinde; C16:2ω 4 (a), C16:4ω 1 (b), Linoleik asit (C18:2ω 6, c), □-Linolenik asit (C18:3ω 6, d), Linolenik asit (C18:3ω 3, e), Stearidonik asit (C18:4ω 3, f), Eikosadienoik asit (C20:2, g), Araşidonik asit (C20:4ω 6, h), cis-11,14,17 Eikosatrienoik asit (C20:3ω 3, i), EPA (C20:5, j), cis-7,10,13,16 Dekosatetraenoik asit (C22:4, k), Dekosapentanoik asit (C22:5ω 3, l) ve DHA (C22:6ω 3, m) miktarları.	72
Şekil 5.7.3.2. Deneme yemlerinde toplam PUFA dağılımı (%)	73
Şekil 5.7.3.3. Deneme yemlerinde; C16:4ω 1(a) , Linoleik asit (C18:2ω 6, b), □-Linolenik asit (C18:3ω 6, c), Linolenik asit (C18:3ω 3, d), Stearidonik asit (C18:4ω 3, e), Eikosadienoik asit (C20:2, f), cis-8,11,14 Eikosatrienoik Asit (C20:3ω6, g), Araşidonik asit (C20:4ω 6, h), cis-11,14,17 Eikosatrienoik asit (C20:3ω 3, i), EPA (C20:5, j), cis-7,10,13,16 Dekosatetraenoik asit (C22:4, k) ve DHA (C22:6ω 3, l) miktarları.	76
Şekil 5.7.3.4. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşacağı alabalıklarında toplam PUFA dağılımı (%)	77
Şekil 5.7.4.1. Deneme yemlerinde toplam yağ asitleri miktarlarındaki değişimler	79

Şekil 5.7.4.2. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında toplam yağ asitleri miktarlarındaki değişimler	80
Şekil 5.7.4.3. Deneme yemlerinde ve balık etlerinde belirlenen toplam SAFA, MUFA, PUFA, EPA, DHA, $\omega$ -3, $\omega$ -6 ve $\omega$ -3/ $\omega$ -6 miktarları (%).	81



## ÇİZELGELER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1.1. Dünyada önemli kanola üreticisi ülkelerin 1997-2004 yılları arasındaki üretim verileri (ton) (AOF, 2008)	16
Çizelge 3.1.5.1. Kanola tarımında toprağa uygulanabilecek gübre form ve dozundan bazı seçenekler (Süzer, 2007)	20
Çizelge 3.2.1. Diyetlerdeki yağların karşılaştırması (Canola-council, 2007)	23
Çizelge 3.2.2. 1987-2006 Türkiye yağ bitkileri verileri (TİK, 2008)	24
Çizelge 3.2.3 Dünya bitkisel yağ üretimi verileri (Milyon ton) (FAS, 2008).	25
Çizelge 3.3.1. Balık türlerine göre yemlerde bulunması gereken olan amino asit oranları (New, 1987)	27
Çizelge 3.3.2.1. Besinlerde bulunan yağ asitlerinin yaygın adları ve besin kaynakları (Wolfram, 1989; Tato, 1993; Varlık ve ark., 2006)	30
Çizelge 3.3.2.2. Bitkisel yağların ortalama yağ asiti kompozisyonları (Creswell, 1993).	31
Çizelge 3.3.3.1. Salmonid balıkları için tavsiye edilen vitamin ihtiyaçları (Covey ve ark., 1985)	33
Çizelge 3.3.4.1. Balıkların ortalama mineral gereksinimleri (Bilgüven, 2002)	34
Çizelge 4.1.4.1. Rasyonların yapımında kullanılan ham maddelere ait bazı besin madde oranları	37
Çizelge 4.1.4.2. Araştırmada kullanılan rasyonları oluşturan ham maddelerin oranı (%)	36
Çizelge 4.1.4.3. Araştırmada kullanılan rasyonların besin madde içerikleri (kuru madde de % olarak)	38
Çizelge 5.2.1. Deneme gruplarında büyüme parametreleri	48
Çizelge 5.3.1. Deneme gruplarından elde edilen toplam yem tüketimi (g), balık başına yem tüketimi (YT,g/balık) ve yem değerlendirme sayıları (YDS)	50
Çizelge 5.4.1. Gruplarda elde edilen protein tüketimi (PT,g), protein değerlendirme randımanı (PDR), balık vücudunda tutulan protein (BTP,g) ve görülebilir net protein verimliliği (GNPV,%)	52
Çizelge 5.6.1. Gruplardan elde edilen ortalama hepatosomatik indeks (HSI), viserosomatik indeks (VSI) ve karkas randımanı (KR)	54

Çizelge 5.6.1. Gökkuşığı alabalığının deneme başı ve deneme sonu kimyasal kompozisyonu	56
Çizelge 5.7.1.1. Deneme yemlerinde toplam doymuş yağ asitleri (SAFA) miktarları (%)	58
Çizelge 5.7.1.2. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşığı alabalıklarında toplam doymuş yağ asitleri (SAFA) miktarları (%)	61
Çizelge 5.7.2.1. Deneme yemlerinde toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarları (%)	64
Çizelge 5.7.2.2. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşığı alabalıklarında toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarları (%)	67
Çizelge 5.7.3.1. Deneme yemlerinde toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarları (%)	70
Çizelge 5.7.3.2. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşığı alabalıklarında toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarları (%)	74
Çizelge 5.7.4.1. Deneme yemlerinde toplam doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri oranları	78
Çizelge 5.7.4.2. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşığı alabalıklarında toplam doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri oranları	80

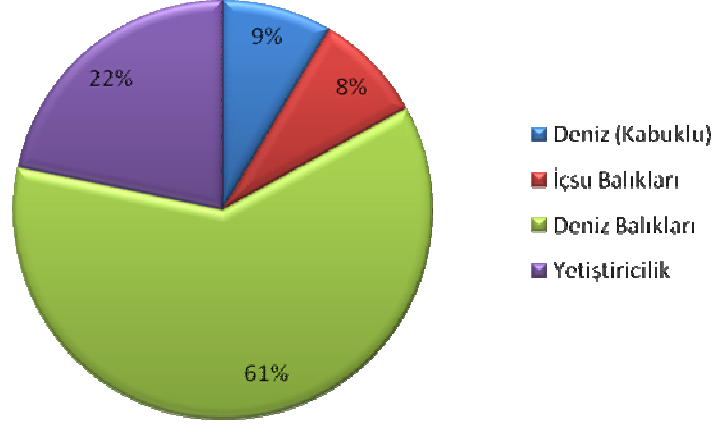
## 1. GİRİŞ

Dünyada su ürünleri yetiştiriciliğinin hızla artışı ve bunun alternatif bir besin kaynağı olarak değerlendirilmesine paralel olarak, özellikle son on yıl içerisinde ülkemizde de bu alanda önemli gelişmeler gözlenmektedir. Teknolojik gelişmelerin yanı sıra, ele alınan türün kısa bir sürede pazarlama ağırlığına getirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu da besleme, yani canlının optimum gelişimi için gerekli besin maddelerinin uygun şekilde bir araya getirilmesi ile gerçekleştirilebilmektedir (Hoşsu ve ark., 2001).

Son yıllardaki atılımlara rağmen, su ürünleri üretiminde henüz istenilen düzeye ulaşılmış değildir. Üretimi sınırlayan önemli faktörlerin başında yem masrafları gelmektedir. Yüksek maliyetlerle hazırlanan yemlerde ise sadece balığın besin maddesi gereksiniminin göz önünde tutulması yeterli değildir. Bunun yanında, yem yapımında kullanılan hammaddelerin işlenme şekline bağlı olarak kalitesi ve balık tarafından sindirilme oranları da önemli rol oynamaktadır (Yiğit ve Ustaoglu, 2003).

İnsan beslenmesinde hayvansal protein kaynaklarının yeri tartışılmazdır. Hayvansal protein açığının birçok ülkede su ürünlerinden yararlanılarak kapatılmaya çalışıldığı bilinen bir gerçektir. Su ürünleri içerisinde hayvansal protein kaynağı olarak en önemlisi ve ilk akla geleni de balıklardır. Özellikle su kirlenmesi ve aşırı avcılık gibi nedenlerle denizlerden sağlanan su ürünleri kaynaklarının giderek azalması, balık yetiştiriciliğinin gelişmesine ve önem kazanmasına neden olmaktadır (Erdem, 2000).

Dünyada toplam su ürünleri üretimi yaklaşık olarak 141.40 milyon ton olup bu miktarın 48.15 milyon tonu kültür balıkçılığı, 93.25 milyon tonu ise doğadan avcılık yolu ile karşılanmaktadır (FAO, 2005). Türkiye’de ise 2005 yılı su ürünleri üretimi 544.773 ton olup; toplam miktarın %61’ini (334.248 ton) deniz ürünleri, %9’unu (46.113 ton) diğer deniz ürünleri, %8’ini (46.115 ton) iç su ürünleri ve %22’sini ise (118.277 ton) kültür balıkçılığı ile elde edilen su ürünleri oluşturmaktadır (Şekil 1.1). Ülkemizde kültür balıkçılığı ile üretilen su ürünlerinin 48.604 tonu iç sularda (alabalık; *Oncorhynchus mykiss* ve aynalı sazan; *Cyprinus carpio*), geriye kalan 69.673 tonu ise denizlerde (çipura; *Sparu aurata*, levrek; *Dicentrarchus labrax*, karides; *Penaeus japonicus*, midye; *Mytilus galloprovincialis*) üretilmektedir. İç sularımızda, kültür balıkçılığı ile ürettiğimiz balıkların %99’luk kısmını (48.033 ton) gökkuşağı alabalığı oluşturmaktadır (Güllü ve ark., 2007).



Şekil 1.1. Türkiye 2005 yılı su ürünleri üretim verileri

Pek çok ülkede su ürünleri gıda zincirinde çok önemli bir yere sahiptir. Hatta bazı bölgelerde ana gıda durumundadır (Alpbaz, 2005). Fakat ülkemiz su ürünlerini tüketme açısından çok gerilerde yer almaktadır. Bu yüzden ülkemizde, balık üretimi ve tüketiminin artırılması yönünde çaba harcanması, sağlıklı nesiller yetiştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Çağımızda, teknolojik gelişmelerin artışı stres, kalp hastalıkları ve depresyon gibi rahatsızlıkları da beraberinde getirmiştir (Kris-Etherton ve ark., 2002). Sağlıklı ve dengeli beslenmenin önemi, son yıllarda daha da iyi anlaşılmış ve beslenme alışkanlıkları değişime uğramıştır. Bunun içindir ki doymamış yağ asitleri yönünden zengin gıdalar seçilmeye, ilk sırayı da çok doymamış yağ asitleri yönünden zengin olan balık ve diğer su ürünleri almaya başlamıştır (Kaya ve ark., 2004).  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 serisi yağ asitleri çok doymamış yağ asitlerindedir.  $\omega$ -3 yağ asitlerinden en önemlileri olan EPA (C20:5  $\omega$ -3) ve DHA (C22:6  $\omega$ -3) ise besin zinciri yoluyla deniz ürünlerinden alınmaktadır.

Balık üretimindeki temel amaç, yeterli sayıda yavru üretilip bunları mümkün olan en kısa zamanda pazar ağırlığına ulaştırmaktır. Balıkların yaşaması, büyümesi, üremesi, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı olabilmesi için yetiştiriciliği yapılan balık türünün yeterli ve kaliteli yemlerle beslenmesi gerekmektedir. Besin maddeleri bakımından yeterli ve dengeli rasyonlarla yapılacak besleme, balık üretimini ekonomik bir hale getirecek ve balık yetiştiriciliğinin gelişmesini hızlandıracaktır (Erdem, 2000).

Dünyada çeşitli nedenlerden dolayı su ürünlerine olan talepte ve buna bağlı olarak da su ürünleri yetiştiriciliğinde gün geçtikçe hızlanan bir artış söz konusudur. Balık yetiştiriciliği sektörünün hızla gelişmesi, yemlerin temel içeriği olan balık unu ve yağına olan talebin artmasına neden olmaktadır. Bu durum, balık stokları üzerinde dikkat çekici olumsuzluklara neden olduğu gibi, yem üretim maliyetlerinde de önemli artışlara yol açmaktadır. Ayrıca balık yağının, insan beslenmesinde ve karasal hayvan yemlerinde de kullanılmasından dolayı kullanım alanı artarken, dünya genelindeki miktarı azalmaktadır. 2004 yılında, dünyada 1.2-1.4 milyon ton arasında olan balık yağı üretiminin %60'ı balık yemi sanayinde kullanılmıştır. 2010 yılında, balık yem sanayisinde kullanılacağı tahmin edilen balık yağı miktarının (0.90 milyon ton), dünyadaki toplam balık yağı miktarının %80-90'nını bulacağı tahmin edilmektedir. Bundan dolayı, balık yağına alternatif bir yağ kaynağının bulunması gerekli olmuştur (Izquierdo ve ark., 2003; Tacon 2004; Montero ve ark., 2005).

Balık yağında bulunan yağ asiti değerleri çok geniş bir aralıkta değişir. Bu çeşitlilik avlama sezonu, avlama alanı, jeografik lokasyon, işleme teknikleri, balık türü ve su sıcaklığından kaynaklanır. Balık yağında önemli olan PUFA'lar olup, kimyasal yapılarına göre  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 ve  $\omega$ -9 yağ asitleri olarak sınıflandırılır. Bunlar ayrıca omega yağ asitleri olarak da adlandırılır (Korkut ve ark.,2007).

Balık ve karideslerin dokularında en baskın olanlar  $\omega$ -3 ya da linolenik tipteki yağ asitleridir. Balık ve karidesler  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 tipteki yağ asitlerini sentezleyemediğinden bu yağ asitleri yemlerinde mutlaka bulunmalıdır. Bazı karnivor deniz balıkları dışındaki balıklar linoleik (18:2  $\omega$ -6) ya da linolenik (18:3  $\omega$ -3) yağ asitlerini daha fazla doymamış yağ asitlerine (PUFA- 20:5  $\omega$ -3, 22:6  $\omega$ -3 ve 20:4  $\omega$ -6) dönüştürebilme yeteneğindedirler. Soğuk sularda yaşayan tatlı su balıklarının  $\omega$ -3 tipi esansiyel yağ asitlerine gereksinimi olduğu, buna karşın ılık sularda yaşayan tatlı su balıklarının hem  $\omega$ -3 hem de  $\omega$ -6 tipi yağ asitlerine birlikte ya da  $\omega$ -6 tipi yağ asitlerine tek başına gereksinim duyduğu saptanmıştır (Bilgüven, 2002).

Bazı yetiştiricilik koşullarında, linoleik asit (18:2  $\omega$ -6) bakımından zengin olan mısır, yerfıstığı ve ayçiçeği gibi bitkisel yağların, bu yağ asidinin yetersiz olduğu yemlere katılmasıyla balıklardaki yetersizlik belirtileri önlenmiştir. Linolenik asit (18:3  $\omega$ -3) eklenmesi koşulları kısmen iyileştirse de, linoleik asit kadar etkin değildir.  $\omega$ -6 grubundaki yağ asitlerinin; prostoglandinlerin (bir kısım hormon) yapışını oluşturduğu saptanmış ve karaciğerdeki mikrosomal yağların ön oksidasyonu için bir bileşik

oluşturduğu belirlenmiştir.  $\omega$ -3 tipi yağ asitleri daha yüksek omurgalılarda  $\omega$ -6 tipi yağ asitlerinin bir kısmı yerine kullanılabilir (Bilgüven, 2002).

En çok bilinen soğuk su balıklarından olan gökkuşağı alabalığının, çevre koşullarına çok iyi uyum göstermesi ve hastalıklara karşı dayanıklı olması, yüksek sıcaklıklara (24°C) ve düşük oksijen değerlerine (>5mg/L) karşı dirençli olması, karma yeme kolay alışması, aktif yem alması ve yem değerlendirmenin iyi olması yönünden iyi bir büyüme göstermesi, diğer alabalık türlerine [(dere alabalığı (*Salmo trutta forma fario*) ve kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*)] göre daha kısa süreli kuluçka dönemine sahip olması yetiştiricilikte tercih edilme sebepleridir (Güllü ve ark., 2007). Yüksek miktarda esansiyel yağ asitlerine ihtiyaç gösterdikleri için de yemlerinde mutlaka  $\omega$ 3 tipi yağ asitlerinden birinin bulunması gerekmektedir. Bu durum gökkuşağı alabalıklarının soğuk ortamlarda yaşamlarını sürdürmelerinden ileri gelmektedir. Ayrıca, gökkuşağı alabalıkları HUFA'yı daha kısa zincirli  $\omega$ -3 yağ asitlerine dönüştürme yeteneğine de sahiptirler. Cho ve Cavey (1991), alabalıkların  $\omega$ -6 serisi yağ asitlerine gereksinim duymadıklarını, ancak az miktarda 18:2  $\omega$ -6 yağ asidine ihtiyaç gösterdiklerini bildirmiştir (Hoşsu ve ark., 2001). Ayrıca alabalıklar, karnivor türler olduklarından karbonhidratları kullanma yetenekleri sınırlıdır. Bu nedenle, enerji kaynağı olarak kullandıkları lipidler, omnivor türlerin gereksinim duyduğu orandan çok daha fazladır.

Sucul hayvanların  $\omega$ -3 serisi yağ asitlerine daha fazla ihtiyaç duydukları ileri sürülmektedir. Çünkü bu hayvanlar memelilerden daha düşük vücut sıcaklığına sahiptirler. Bu nedenle, erime noktası  $\omega$ -6 yağ asitlerine oranla daha düşük olan  $\omega$ -3 yağ asitleri, balıklar tarafından daha iyi değerlendirilmektedir. Gökkuşağı alabalığı gibi tatlı su balıklarında, esansiyel yağ asidi olarak 18:3  $\omega$ -3'ün etkinliği, ya 20:5  $\omega$ -3 ya da 22:6  $\omega$ -3 gibi yağ asitlerinininkine benzemektedir. Halbuki deniz balıklarında, özellikle çipura (*Sparus aurata*) ve yassı balıklarda bu yağ asidinin (18:3  $\omega$ -3) esansiyel yağ asidi olarak pek önemli olmadığı ileri sürülmektedir. Deniz balıklarında en çok ihtiyaç duyulan yağ asidinin EPA (20:5  $\omega$ -3) olduğu bildirilmektedir (Akyurt, 1993).

Balıklar için esasen  $\omega$ -3 grubu (linolenik asit serisi) esansiyel olmakla beraber  $\omega$ -6 serisi ve diğer doymamış yağ asitleri de esansiyel olarak gösterilir. Genellikle soğuksu balıkları PUFA'lardan  $\omega$ -3 serisine şiddetli ihtiyaç gösterirken, ılıksu balıkları hem  $\omega$ -3 hem de  $\omega$ -6 serisine veya sadece  $\omega$ -6 serisine (linoleik) ihtiyaç duymaktadırlar (Hoşsu ve ark., 2001; Bilgüven, 2002).

İnsanların besinlerle linoleik asit alması gerekir. Çünkü insan vücudu bu yağ asitini sentezleyemez. Bu asit lifli sebzelerde, fındıkta, tohumlarda, anne sütünde, balıklarda (tuna; *Thunnus thynnus*, karides, somon; *Salmo salar*, sardalya; *Sardina pilchardus*, ringa balığı; *Clupea harengus*) ve tohumlardan yapılan yağlarda (kanola v.b.) bulunur. Kanola bitkisinde bu yağ asitleri diğer yağlara oranla daha fazladır. Linoleik asit merkezi sinir sistemi, göz ve trombositler için gereklidir. Kolesterol ve trigliserid seviyesini düşürür, kan hücrelerinin akışkanlığını artırır, bağışıklık sistemini güçlendirir. Dolayısıyla damar tıkanıklıklarının oluşmasını engeller. Çoklu doymamış yağlar tüketildikçe en güçlü antioksidan olan E vitaminini alma imkanı artar. E vitamini ise kanola yağı ve ayçiçek yağı gibi yağlar ile yumurta ve fındıkta bulunur. Daha az miktarda meyve, sebze, et ve balıklarda mevcuttur. Kanola yağının 2 çay kaşığına 1.9 mg E vitamini bulunur ki bu da almamız gereken miktarın 1/5'idir (Tüzün ve ark., 2007).

Bu amaçla, bu çalışmada şimdiye kadar denenmiş bitkisel yağ kaynaklarına alternatif olarak, Türkiye'de son yıllarda üretimi yoğun olarak yapılan, temini kolay ve balık yağına göre daha düşük maliyetli kanola yağının, özellikle ülkemiz ve Avrupa'da yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan gökkuşuğu alabalığı yemlerinde kullanılabilirliği araştırılmıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Yetiştiriciliği yapılan sucul canlıların, özellikle balıkların yemlerinde kullanılan yağ kaynağı, besiye alınan türün büyüme performansı, yem çevirimi ve proteinden yararlanma oranını etkilemektedir (Bell ve ark., 2001; Montero ve ark., 2005). Balık yemlerinde kullanılan en önemli yağ kaynağı balık yağıdır. Dünyadaki balık yağı üretimi, avcılığa dayalı olup yıllara göre bakıldığında durağan bir eğim göstermektedir (Caballero ve ark., 2002; Tacon 2004; Montero ve ark., 2005). Ancak, dünyada son on yılda balık yetiştiriciliğindeki artışa paralel olarak balık yağına talep de artmaktadır. Bunun yanında, önceki yıllarda çeşitli etkenlere bağlı olarak oluşan küresel ekonomik dalgalanmalar, balık yağı fiyat ve miktarının zaman zaman tahmin edilemeyecek düzeylerde değişebileceğini göstermektedir. Buna en iyi örnek, 1996 yılında tonu 400\$ olan balık yağının, 1998 yılında 700\$'a kadar yükselmiş olmasıdır (Izquierdo ve ark., 2003). Ülkemizde ise 2005 yılında balık yağı fiyatı 900-1200\$/ton arasındadır.

Balık yağının, insan beslenmesi ve çiftlik hayvanlarının besiciliğinde kullanımının artmasının yanı sıra, üretiminin sadece balık avcılığına dayalı olması, balık yemi endüstrisini ve araştırmacıları alternatif kaynaklara yöneltmektedir. Bunların başında, bitkisel yağ kaynakları (soya, ayçiçeği, keten tohumu, vb.) gelmektedir. Bitkisel yağlar balık yağı ile karşılaştırıldığında, son yıllarda dünya genelinde üretim hacmi olarak balık yağı üretiminden 100 kat daha fazla, fiyat bakımından daha dengeli ve daha düşük olmaktadır (Izquierdo ve ark., 2003). Bütün bu nedenlerden dolayı, başarılı bir şekilde bitkisel yağların balık yağı yerine kullanılması, hem balık yağına olan kesin bağımlılığı azaltacak hem de yem maliyetlerini düşürecektir.

### 2.1. Tatlı Su Balıklarında Bitkisel Kaynaklı Yağların Değerlendirilmesi

Balık yemlerinde bitkisel yağların balık yağı ile kısmi veya %100 olarak değiştirilmesiyle bazı tatlı su türlerinde yaşama oranı, büyüme performansı ve yem değerlendirme oranı açısından başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Izquierdo ve ark., 2003, 2005). Ancak, Salmon türlerinde büyüme ve yem değerlendirme oranı üzerinde bir etki oluşturmadığı bildirilmiştir (Rosenlund ve ark., 2001; Bell ve ark., 2002; Caballero ve ark., 2002).

Bitkisel yağlar (hindistan cevizi ve palmye yağı hariç), 18 karbonlu yağ asitlerince zengindir. Ayrıca bir çoğu tatlı su balıkları için esansiyel olan linoleik ve



linolenik asitlerini bol miktarda bulundurmaktadır. Bundan dolayı, bu yağ kaynaklarının tatlı su türlerinden Afrika kedi balığı (*Heterobranchus longifilis*; Legendre ve ark., 1995) ve sazan balığında (*Cyprinus carpio*; Fontagne ve ark., 1999), %40'a kadar balık yağı ile değiştirilebildiği, iyi enerji kaynağı olduğu ve bitkisel yağların balık yağı ile kısmi olarak değiştirilmesinin bir çok tatlı su türünde gerekli olan esansiyel yağ asitlerini karşılayabildiği bildirilmiştir (Izquierdo ve ark., 2003).

Dosanjh ve ark. (1984), 1.9-3.2 g ağırlığındaki coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) yavruları için doğal fotoperiyot altında 84 gün boyunca bütünüyle diyetlere katılan kanola yağının, diğer yağ kaynakları içinde (domuz yağı, balık yağı) mükemmel bir alternatif olduğunu, balık yağına oranla oksidasyona daha az meyilli, daha ucuz ve daha kullanışlı olduğunu bildirmiştir.

Ortalama 80 g ağırlığındaki gökkuşacağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*), 20 hafta boyunca yemlerinde kullanılan üç farklı yağ tipinin [hayvansal (domuz yağı, tavuk yağı, sığır iç yağı), bitkisel (soya yağı, keten tohumu yağı) ve denizel (salmon yağı)] büyüme oranı veya yem tüketiminde diyet grupları ile karşılaştırıldığında herhangi bir farklılığın gözlenmediği bildirilmiştir (Greene ve Selivonchick, 1990).

Şener ve ark. (2006), Rus mersin balığında (*Acipenser guldenstaedtii*), balık yağının yerine kullanılan farklı oranlardaki mısır yağı ve ayçiçeği yağının büyüme performansı ve vücut kompozisyonu üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, balık yağı yerine kullanılan bitkisel yağların büyüme performansı üzerine herhangi bir etki göstermediğini, fakat karaciğer yağ içeriği ve vücutta birikimi üzerine etkisinin olduğunu kaydetmişlerdir. Ayrıca ayçiçeği yağının Rus mersin balığında mısır yağından daha olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Şener ve Yıldız (2003), başlangıç ağırlığı  $5.78 \pm 0.09$  g olan gökkuşacağı alabalığı yemlerinde farklı yağ kaynaklarının (soya ve ayçiçeği yağı) vücut kompozisyonu ve büyüme performansı üzerine etkisini çalıştıkları araştırmada, 60 gün süren deneme boyunca gökkuşacağı alabalıklarının yemlerine ilave edilen balık yağı, soya yağı ve ayçiçeği yağının büyüme performansını etkilemediğini, ancak soya yağı ve ayçiçeği yağı içeren yemlerle beslenen gökkuşacağı alabalıklarının karaciğer toplam yağ oranının balık yağı içeren yemlerle beslenen balıklardan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Madrigal ve ark. (2005), %0 (P0), 25 (P25), 50 (P50) ve 100 (P100) oranlarında hurma yağının balık yağı ile yer değiştirilerek hazırlanan yemlerle 10 hafta boyunca beslenen ortalama 27 g ağırlığındaki gökkuşacağı alabalıklarında, doku yağ asiti

kompozisyonu ve büyüme üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, yemlerdeki hurma yağının yem tüketimini ve büyüme performansını etkilemediğini bildirmişlerdir. Dokularda biriken yağ asiti kompozisyonlarının yemlerdeki yağ asiti kompozisyonlarını yansıttığını, hurma yağının artmasıyla bitkisel kaynaklı yağ asit miktarlarının arttığını (oleik asit, linoleik asit), ancak hayvansal kaynaklı yağ asit miktarlarının azaldığını (EPA, DHA) bulmuşlardır. Sonuç olarak gökkuşağı alabalığı yemlerinde hurma yağının en azından kısmi olarak balık yağı yerine kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Naz ve ark. (2003), zeytinden ham yağ alındıktan sonra geriye kalan ve katı bir atık olan prinadan ikinci bir ekstraksiyonla elde edilen prina yağını, karabalık (*Clarias gariepinus*) yemlerine %3, 6 ve 9 oranlarında ilave ederek, büyüme ve vücut kompozisyonuna etkisini araştırdıkları çalışmalarında; en iyi canlı ağırlık kazancını %6 prina yağı ilave edilen gruptan, en iyi yem değerlendirme oranı ise %9 prina yağı ilavesi yapılan yemle beslenen grupta elde etmiş, yapılan vücut kompozisyonu analizlerinde yemlerdeki prina yağı miktarı arttıkça balıkların kaslarındaki lipid miktarının arttığını, karaciğerlerindeki lipid yüzdelerinde ise azalmalar olduğunu bildirmiştir.

Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*) yavruları için balık yağına alternatif olarak bitkisel kaynaklı iki yağ kaynağının (kanola yağı ve keten tohumu yağı) ve bitkisel yağ karışımlarının uygunluğunun araştırıldığı çalışmada, ortalama final ağırlığı, spesifik büyüme oranı ve günlük yem tüketiminin, keten tohumu yağı ile hazırlanmış yemlerle beslenen balıklarla karşılaştırıldığında, keten tohumu yağı+balık yağı karışımı ve balık yağı ile hazırlanmış yemlerle beslenen balıklarda daha yüksek olduğu, yem ve protein değerlendirme randımanında ise gruplar arasında herhangi önemli bir farklılığın olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca balıkların kaslarındaki yağ asidi miktarlarının yemlerdeki yağ asidi miktarlarını yansıttığı tespit edilmiş ve büyümeye önemli bir etkisi olmamasına rağmen murray cod yemlerinde balık yağının %50'den fazla keten tohumu yağı ve %100 kanola yağı ile değiştirilebileceği önerilmiştir (Francis ve ark., 2006).

Turchini ve ark. (2003)'nın, kahverengi alabalık (*Salmo trutta*; 58.4±0.7 g) yemlerinde performans üzerine alternatif yağ kaynaklarının (balık yağı, kanola yağı, tavuk yağı, domuz yağı ve olein yağı) etkilerini 70 gün boyunca araştırdıkları çalışmalarında, en iyi yem tüketimi tavuk yağı ile beslenen grupta belirlenmiş olmasına rağmen, en iyi büyüme oranı balık yağı ile beslenen grupta tespit edilmiş ve kahverengi alabalık yemlerinde balık yağı miktarının yem tüketimi ve büyüme oranını olumsuz

etkilemeksizin alternatif yağ kaynakları kullanılarak doyurucu bir şekilde azaltılabileceği bildirilmiştir.

Liu ve ark. (2004), gökkuşağı alabalığı yemlerinde vücut kompozisyonu, büyüme performansı ve ürün kalitesi üzerine alternatif yağ kaynaklarının [tavuk yağı (%10;PF), soya/mısır lesitin (%10;L10 ve %15;L15), menhaden yağı (%10;FO)] etkisini araştırdıkları çalışmada, L15 yemi ile beslenen balıkların, PF yemi ile beslenen balıklardan daha fazla yem tüketmesine rağmen, bütün gruplar arasında ağırlık kazancı bakımından herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak, soya lesitin içeren yemlerle beslenen gruplarda et renginin diğer yemlerle beslenen gruplardan daha fazla sarı renk aldığı, bu sebeple soya/mısır lesitin ve tavuk yağının bir çok balığın beslenmesinde uygun olabileceğini bildirmişlerdir.

Martino ve ark. (2002), domuz yağı, mısır yağı, soya fasulyesi yağı ve keten tohumu yağı ile hazırlanmış 4 isonitrojenik ve isolipidik yemle beslenen surubim (kedi balığıgillerden bir balık) balığının (*Pseudoplatystoma coruscans*) vücut kompozisyonunu ve performansını değerlendirdikleri çalışmalarında, yemleme performansında herhangi bir farklılık olmaksızın, yemlerdeki yağ kaynaklarının balık vücudundaki yağ asitleri oranlarını etkilediğini bildirmiştir. Domuz yağı ile beslenen balıklarda toplam doymuş yağ asitlerinin en yüksek olduğunu, mısır ve soya fasulyesi yağı ile beslenen balıklarda  $\omega$ -6 yağ asitlerinin en yüksek seviyede ve keten tohumu yağı ile beslenen balıklarda ise  $\omega$ -3 yağ asitlerinin en yüksek seviyede olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak farklı yağ kaynakları ile beslemenin surubim etindeki  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 oranını iyileştirebileceğini ve hem bitkisel hem de hayvansal yağların bu balıklar tarafından iyi bir şekilde değerlendirildiğini bildirmişlerdir.

Grant ve ark. (2008), ortalama 11.0±0.2 g ağırlığındaki chinook salmon yavrularının yağ asit kompozisyonu ve büyüme performansı üzerine yemlere katılan Ançovi yağının (AO) ve farklı oranlardaki kanola yağının [%11 (11CO), 22 (22CO), 33 (33CO), 43 (43CO) ve 54 (54CO)] etkisini (104 gün tatlı su ve 31 gün deniz suyu) inceledikleri çalışmalarında, deneme koşulları altında kullanılan yağ kaynaklarının büyüme performansı üzerine etkili olmadığını, ancak ham yağ oranının 11CO ve 43CO grubu balıklarında 33CO ve 22CO grubu balıklarından daha yüksek olduğunu, ham protein oranının ise en yüksek 33CO, 43CO ve 54CO grubu balıklarda, en düşük ise AO ve 22CO grubu balıklarda tespit etmişlerdir. Ayrıca balık vücudundaki yağ asidi kompozisyonlarının yemlerdeki yağ asidi kompozisyonlarını yansıttığını, bu yüzden

chinook salmon yavrularının tatlı suda kaldıkları süre boyunca yemlerine katılan kanola yağının mükemmel bir tamamlayıcı yağ kaynağı olduğunu bildirmişlerdir.

## 2.2. Deniz Balıklarında Bitkisel Kaynaklı Yağların Değerlendirilmesi

Bitkisel yağların balık yağı ile belirli oranlarda değiştirilmesi, deniz türlerinden kalkan (Regost ve ark., 2003), levrek (Izquierdo ve ark., 2003; Montero ve ark., 2005) ve çipurada (Izquierdo ve ark., 2003; Montero ve ark., 2003) çalışılmıştır. Deniz türlerinin yemlerinde, temel yağ kaynağı olarak bitkisel yağların kullanılmasının, bitkisel yağlarda bulunan linoleik ve linolenik asitlerin deniz balıklarında esansiyel olan yağlara dönüşümünü (biyo-çevirim) sınırladığı bildirilmiştir (Izquierdo ve ark., 2005). Bu nedenle, bitkisel yağların balık yağı ile kısmi olarak (%50-60) değiştirilmesi, yemlerdeki esansiyel yağ asitlerinin dengeli bir şekilde balığa verilmesi ile mümkün olabilecektir.

Dosanjh ve ark. (1998), deniz suyunda, olgun olmayan Atlantik salmonların et kalitesi (kas ve lipid kompozisyonu), tüm vücut kompozisyonu ve büyüme performansı üzerine, kanola yağı ile saf menhaden (ringa balığı yağı) yağının beraber kullanıldığı yem karışımının etkisini araştırdıkları çalışmada, bu balıkların performansı için gerekli yüksek enerjili büyütme yemlerinde kanola yağının, yağların %47'sini oluşturabileceğini bildirmiştir.

İskine (*Sciaenops ocellatus*) balığında yapılan çalışmada, Tucker ve ark. (1997) %70-80 oranında soya yağı ve keten tohumu yağı ile değiştirilmiş yemlerle beslenen bireylerle, %100 balık yağlı yemlerle beslenen bireyler arasında büyüme açısından bir farklılık bulamamışlardır. Benzer şekilde, Atlantik salmonlarında ve gökkuşağı alabalığında, %50 ve %80 bitkisel yağlı yemlerin büyümeyi, yaşama oranını ve yem değerlendirme oranını olumsuz etkilemediği bildirilmiştir (Rosenlund ve ark., 2001; Caballero ve ark., 2002).

Kırmızı çipura (*Pagrus auratus*) yemlerinde alternatif yağ kaynağı olarak kanola yağının değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmada, Glencroos ve ark. (2003a) %25, 50, 75 ve 100 oranlardaki kanola ve soya yağının balık yağına alternatif olarak kullanıldığı yemlerle beslenen bireylerle, balık yağı ile beslenen bireyler arasında büyüme performansı açısından farklılık bulamamışlardır. Kullanılan bitkisel yağın tipine veya miktarına bakılmaksızın, balık dokularındaki yağ asidi kompozisyonu üzerine, kanola ve soya yağlarının etkisinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Deneme

başında tespit edilen eikosapentaenoik (20:5  $\omega$ -3) ve dekosahegzaenoik (22:6  $\omega$ -3) asit düzeylerinde, deneme sonunda minimal azalma gözlemlenmişler ve balık yağına alternatif olarak çipura balıklarında kanola yağının ve soya yağının kullanılmasının uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Izquierdo ve ark. (2003), balık yağını üç farklı bitkisel yağ (soya yağı, kolza tohumu yağı ve keten tohumu yağı) ile %60 oranında değiştirmiş ve bu yemlerle beslenen deniz levreği (7.46 g) ve çipura (10.06 g) ile %100 balık yağlı yemlerle beslenen bireyler arasındaki büyüme performansı ve yem çevirim oranı açısından fark bulamamışlardır. Fakat, balık yağının %100 bitkisel yağlarla (soya yağı, ayçiçeği yağı, mısır yağı ve zeytin yağı) değiştirilmesi, deniz levreği yavrularının (7.58 g) büyümesini olumsuz etkilemiştir (Yıldız ve Şener, 1997; 2003).

Bitkisel yağların belirli oranlarda (%50-60) balık yağı ile değiştirilmesinin büyümeye etkisinin yanı sıra, bu yemlerle beslenen bireylerin etlerindeki  $\omega$ -3 serisi esansiyel yağların miktarı ve kompozisyonu, üretici ve dolayısıyla tüketici açısından çok önemlidir. Yapılan çalışmalarda, bitkisel yağların balık yemlerinde alternatif yağ kaynağı olarak kullanımının, balığın filetosundaki  $\omega$ -3 serisi yağ asitlerini azalttığı, ancak etin besinsel kalitesini ve tadını olumsuz yönde etkilemediği görülmüştür (Rosenlund ve ark., 2001; Izquierdo ve ark. 2003; Kaushik 2004).

Izquierdo ve ark. (2005) ile Montero ve ark. (2005) bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerle beslenen deniz levreği ve çipuranın filetolarındaki  $\omega$ -3 PUFA ve kısmen eikosapentaenoik (20:5  $\omega$ -3; EPA ) esansiyel yağ asit miktarlarında azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, Montero ve ark. (2005), Avrupa deniz levreğinde balık yağının %60 oranında kanola yağı ile değiştirilmesiyle elde edilen yemlerle beslenen bireylerde büyümenin, %100 balık yağı ile hazırlanmış yemlerle beslenen bireylere göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Izquierdo ve ark. (2005) aynı yağ değişim oranı (%60 kanola yağı) ile elde edilmiş yemlerle beslenmiş olan çipuralarda büyümenin %100 balık yağı bulunan yemlerle beslenen bireylerden farklılık göstermediğini bildirmişlerdir.

Regost ve ark. (2003), büyüme performansı yönünden, bitkisel yağlar (soya yağı ve keten tohumu yağı) ilave edilerek hazırlanan yemlerle beslenen kalkan balıklarının (*Psetta maxima*) balık yağı ile hazırlanmış yemlerle beslenen kalkan balıklarından, çok az bir azalma gösterdiklerini kaydetmişlerdir. Soya yağı (SY) ile beslenen balıkların kas ve karaciğerinde 18:2  $\omega$ -6 yağ asidi zengin, keten tohumu yağı (KTY) ile beslenen

balıkların 18:3  $\omega$ -3 asidi bakımından zengin olduğu bildirilmiştir. SY ve KTY ile beslenen balıkların kas ve karaciğeri, balık yağı ile beslenenler ile karşılaştırıldığında 20:5  $\omega$ -3 ve 22:6  $\omega$ -3 asidi seviyelerinin daha düşük olduğunu belirlenmiştir. Normalde kalkan balıklarında hepatik lipojenik enzim aktiviteleri düşüktür ve yemlerdeki yağ kaynakları bu durumu etkilememiştir. Soya yağı ve keten tohumu yağı ile beslenen balıkların kas yağ asidi kompozisyonları balık yağı ile beslenenlerden farklı bulunmuştur. 18:2  $\omega$ -6 ve 18:3  $\omega$ -3 değerleri ise büyüme periyodu sonunda bulunan değerlerden düşük, fakat balık yağı ile beslenen balıklardakinden daha yüksek tespit edilmiştir. Deneme sonunda, bitkisel yağların balık yağı yerine kullanılmasının kalkanlarda büyüme performansı üzerine etkisinin önemsiz olabileceği bildirilmiştir.

Martins et al. (2006), soya yağı düzeyleri farklı yemlerle beslenen Avrupa deniz levreği ve gökkuşacağı alabalığının besin maddesi kullanımı ve büyümesi üzerine yaptıkları araştırmada, soya yağının bu değerler üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını, gökkuşacağı alabalığı ve deniz levreği yavrularının rasyonlarına %50'den fazla soya yağı ilavesinin mümkün olabileceğini bildirmişlerdir.

Huang ve ark. (2007), kırmızı çipura yavrularının (*Pagrus major*; 3.61 g) yağ asidi kompozisyonu ve büyüme performansı üzerine %0 (FO), 25 (CO25), 48 (CO48) ve 70 (CO70) oranlarındaki kanola yağının etkisini araştırdıkları çalışmada, spesifik büyüme oranı, ağırlık kazancı, yem tüketimi ve protein kullanımı üzerine kanola yağının herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığını, yağ asidi kompozisyonları açısından bakıldığında ise, yağ asidi kompozisyonlarının arzu edilen düzeyde olduğunu ve kırmızı levrek yavrularının yemlerinde rahatlıkla kanola yağının kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Xue ve ark. (2006), Japon levreğinin (*Lateolabrax japonicus*) yağ asidi kompozisyonu ve büyümesi üzerine alternatif 6 yağ kaynağının etkisini inceledikleri araştırmada, bu yağ kaynaklarının balıkların büyüme performansları üzerinde önemli bir fark oluşturmadığını, ancak tavuk yağı kullanılan yemlerle beslenen balıklarda protein değerlendirme randımanının, soya ve mısır yağı kullanılan yemlerle beslenen balıklardan daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Balık vücudundaki yağ asidi kompozisyonlarının yemlerdeki yağ asidi kompozisyonlarını yansıttığını, balık vücudundaki SAFA, MUFA, PUFA,  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 ve 18:1  $\omega$ -9/ $\omega$ -3 oranları ile yemler arasında pozitif doğrusal bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Pembe levrek (*Sander lucioperca*) yavrularının büyüme performansı, yağ asidi, vücut ve doku kompozisyonları üzerine yemlerdeki farklı yağ asidi profillerinin etkisini araştırıldığı çalışmada, iki farklı bitkisel yağ kaynağı (soya yağı ve keten tohumu yağı) balık yağı ile kısmı olarak değiştirilmiş ve bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerle beslenen balıkların büyüme performansında herhangi bir olumsuz etkinin olmadığı, ancak karaciğerde yağ içeriğinin önemli derecede arttığı bildirilmiştir (Schulz ve ark., 2005).

Wonnacott ve ark., (2004), gümüşü levreğinin (dişi beyaz levrek *Morone chrysops* × erkek çizgili levrek *Morone saxatilis*) yağ asidi kompozisyonu üzerine kanola yağı ile menhaden yağını değiştirerek yaptıkları çalışmalarında, kanola yağının artan düzeyleri ile menhaden yağının yer değiştirmesinin gümüşü levreğinin karaciğer ve etindeki yağ asidi kompozisyonunu önemli derecede etkilediğini, kanola yağı miktarının diyetteki yağın %0'ından %100'üne kadar arttırıldığında etteki 18:1  $\omega$ -9 ve 18:2  $\omega$ -6 yağ asitleri miktarının doğrusal bir şekilde arttığını, oysa 20:5  $\omega$ -3 ve 22:6  $\omega$ -3 miktarının ve toplam doymamış yağ asitlerinin miktarının doğrusal bir şekilde azaldığını belirtmişlerdir. Toplam HUFA düzeyleri, %100 balık yağı ilave edilmiş yemle beslenen balıklarla %50 kanola yağı ilave edilmiş yemle beslenen balıklar arasında değişken olmasına rağmen, deneme yemlerinin karaciğer yağ asidi kompozisyonu için önemli bir alternatif olduğunu ve genellikle oluşan farklılıkların filetolar arasındaki farklılıklar kadar belirgin olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca farklı yemlerle beslenen balıklar arasında toplam yağ içeriği, yem tüketimi veya ağırlık kazancı açısından önemli farklılıklar olmadığını gözlemlemişlerdir. Bu sebeple, insan tüketimine sunulacak olan gümüşü levreğinin yemlerine yetiştiricilik periyodunun çoğunda kanola yağının yüksek düzeyleri katılarak, etteki yararlı maddelerin arttırılmasının (yağ asitleri gibi) sağlanabileceği bildirilmiştir.

Subhadra ve ark., (2006), genişağızlı levrek (*Micropterus salmoides*) balığının vücut kompozisyonu ve büyümesi üzerine yemlerdeki farklı yağ kaynakları (kanola yağı, tavuk yağı, menhaden balık yağı) ile hazırlanmış yemlerin ve ticari alabalık yeminin etkisini 12 haftalık yemleme periyodunda inceledikleri çalışmalarında, denemede kullanılan yağ kaynaklarının ağırlık kazancı, yaşama oranı, yem alımı, yem ve protein değerlendirme oranlarına herhangi bir etkisinin olmadığını, ticari alabalık yemi ile beslenen balıklarda ise ağırlık kazancının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ticari alabalık yemi ile beslenen balıkların kas yağları,  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ

asitleri oranları, deneme yemleri ile beslenen balıklarınkinden daha yüksek bulunmuş, yemlerde belirledikleri (DHA) 22:6  $\omega$ -3 ve 20:4  $\omega$ -6 (araşidonik asit) yağ asitlerinin yüzde oranlarının balık etlerinde aynı şekilde kaldığını, ancak 20:5  $\omega$ -3 (EPA) yağ asidinin başlangıç değerlerinin kaybolduğunu bildirmişlerdir.

Menoyo ve ark.'nın (2005), Atlantik salmon (*Salmo salar*) yemlerinde, balık etinin oksidatif etkisi, lipojenik ve lipolitik enzim aktiviteleri, karaciğer ve kas yağ asidi kompozisyonları ve büyüme performansı üzerine, balık yağı yerine kısmen veya tamamen keten tohumu yağının kullanıldığı çalışma 12 hafta sürmüş ve balıklar hazırlanan 5 deneme rasyonu (%100 balık yağı, %25, %50, %75 ve %100 keten tohumu yağı) ile beslenmişlerdir. Keten tohumu yağı ile hazırlanan yemlerle beslenen balıklarda yağ içerikleri, biyometrik indeks ve final ağırlığı üzerine keten tohumu yağının balık yağına oranla herhangi bir etki yapmadığını belirtmişlerdir. Karaciğer ve kas nötral yağ kompozisyonları deneme rasyonlarında farklılık göstermiş, nötral yağ kesiminde linear bir etki gözlenirken, polar kesimde toplam  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 PUFA içerikleri keten tohumu yağının kaslardaki girdisini etkilemediğini, karaciğer glucose-6P-dehydrogenase (G6PD) aktivitesi keten tohumu yağı oranının artmasıyla arttığını, ayrıca salmon kaslarındaki eikosapentaenoik (20:5  $\omega$ -3) ve dekosahegzaenoik (22:6  $\omega$ -3) asit oranlarının balık yağının yerine %100 keten tohumu yağı ile hazırlanmış yemlerde arttığını bildirmişlerdir.

Lipojenik ve lipolitik enzimler üzerine bitkisel yağların etkilerinin araştırıldığı çalışmalar karşılaştırıldığında (Torstensen ve ark., 2000; Regost ve ark., 2003; Menoyo ve ark., 2003), farklı bitkisel yağların balık metabolizmasını farklı şekillerde etkileyebildiği ve ayrıca bunun farklı türlerde de farklı tepkiler verdiği gözlenmiştir.

Balık yemlerinde kullanılan bitkisel yağ kaynaklarını, özellikle balıklar için gerekli olan  $\omega$ -3 yağ asitleri ve uzun zincirli linolenik asitini (18:3  $\omega$ -3) taşıyıp taşımadığı, metabolik kullanım ve et kalitesine bakılarak değerlendirmek gerekmektedir. Bell ve ark. (2003), balık yağı %66 oranında bitkisel yağlarla (kolza tohumu yağı ve keten tohumu yağı) değiştirildiğinde, Atlantik salmon etinde  $\omega$ -3 HUFA'larda önemli bir kayıp olduğunu kaydetmişlerdir.

Bell ve ark. (2002), farklı oranlarda balık yağı ile değiştirilen hurma yağının (%0, %25, %50 ve %100) Atlantik salmon yemlerinde kullanım olanaklarının araştırıldığı çalışmada, hurma yağı ile beslenen balıkların FCR veya büyüme oranlarının herhangi bir şekilde etkilenmediğini, karaciğer, kalp veya kaslarda herhangi



bir histopatolojik lezyona rastlanmadığını bildirmişlerdir. Yağ depolama oranının %0 hurma yağı ile beslenen balıklarda %50 ve %100 hurma yağı ile beslenen balıklardan daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. Yemlerde hurma yağı oranlarının artması ile doğrusal olarak, toplam doymuş yağ asitleri ve monoenoik yağ asiti oranlarının da arttığını, eikosapentaenoik (20:5  $\omega$ -3) asit konsantrasyonunun ise önemli derecede azaldığını, fakat deksahegzaenoik (22:6  $\omega$ -3) asit konsantrasyonunun sadece %100 hurma yağı ile beslenen balıklarda önemli derecede azaldığını, ayrıca yemlerde benzer değişimlere karaciğer yağ asidi kompozisyonlarında da rastladıklarını belirtmişlerdir. Hepatik yağ asiti metabolizmasının, %100 hurma yağı ile yemlenen balıklarda, %0 hurma yağı ile beslenen balıklardan yaklaşık 10 kat daha iyi olduğunu, buna göre deniz suyunda Atlantik salmon kültüründe balık yağının yerine hurma yağının rahatlıkla kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

### 3. GENEL BİLGİLER

#### 3.1. Kanola Bitkisi

Kanola (*Brassica napus*), bitkisel yağ kaynağı olarak yağlı tohumlu bitkiler olan ayçiçeği (*Helianthus annuus*), soya (*Glycine max*), pamuk (*Gossypium hirsutum*) ve yer fıstığı (*Arachis hypogaeae*) arasında üretim açısından üçüncü sırayı almaktadır. Dünya'da yıllık üretimi 22 milyon ton civarındadır ve en fazla kanola üretimi yapılan ülkelerden Avrupa Birliği ülkeleri, Çin ve Kanada ilk üç sırada yer almaktadır (Süzer, 2007). Çizelge 3.1.1.'de 1997-2006 yılları arasında dünyadaki kanola üretimleri verilmiştir. Dünyada yaklaşık 220 milyon hektar alanda ekimi yapılan kanolanın anavatanı Kuzey Avrupa ve Meksika'dır. Akdeniz alanlarında da yetiştiriciliği yapılmıştır (Çevreselkimya, 2008). Günümüzde Trakya başta olmak üzere ülkemizin çeşitli yörelerinde kanola bitkisi yetiştirilmektedir (Ölmez ve Aybal, 2006). Türkiye'de 1997 yılında kanola üretimi 10 ton olarak belirlenmişken, bu miktar yıllara göre artış göstererek 2006 yılında 12 615 tona ulaşmıştır (Çizelge 3.2.2, TİK, 2008).

Çizelge 3.1.1. Dünyada önemli kanola üreticisi ülkelerin 1997-2006 yılları arasındaki üretim verileri (ton) (AOF, 2008).

Ülkeler	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06
*AB-25	10184	11555	14257	11295	11480	11589	10998	14303	15440
Çin	9578	8300	10132	11381	11331	10552	11420	12000	11400
Kanada	6392	7643	8798	7205	5017	4178	6771	7000	9660
Hindistan	4938	4900	5110	3725	4500	3600	6800	5800	6800
Avustralya	856	1690	2460	1905	1797	841	1622	1531	1350
Diğerleri	11473	13352	1806	2097	2015	1739	1768	1653	2400
TOPLAM	43421	47440	42563	37608	36140	32499	39379	42287	46680

\*Avrupa Birliği Ülkeleri (25 adet)

Bitkisel yağ kaynağı olarak kanola (Şekil 3.1.1) ülkemize II. Dünya savaşı sırasında Bulgaristan ve Romanya'dan gelen göçmenlerle kolza adı ile girmiş ve Trakya'da ekim alanı bulmuştur. Ancak kolza ürününün yağında insan sağlığına zararlı

erusic asit, küspesinde de hayvan sağlığına zararlı glukosinolat bulunması nedeniyle 1979 yılında ülkemizde ekimi yasaklanmıştır (Süzer, 2007).



Şekil 3.1.1. Kanola bitkisi (*Brassica napus*), (EİE, 2007; Süzer, 2007)

Avrupalılar ve Asyalılar bundan binlerce yıl önce kolza (kanola tohumu) yağını gaz lambalarında, daha sonra ise yemek yağı olarak kullanmışlardır. Buhar enerjisinin geliştirilmesi ile kolza yağı buhar makinelerinde özellikle askeri ve ticari gemilerde de kullanılmaya başlanmıştır (TURKUB, 2007a).

Yenilebilir kolza yağının dünya piyasasında kendini gösterdiği ilk tarih 1956–1957 yıllarındadır. Ancak bu tarihlerde üretilen kolza içindeki klorofilden kaynaklanan yeşil rengi ve tadı, yüksek orandaki asit miktarı ve fazla miktarlarda tüketildiğinde kansere yol açması gibi kabul edilemeyen özelliklerinden dolayı pek rağbet görmemiştir (TURKUB, 2007a).

Kolza, 1936 yılından beri Kanada'da özellikle de Saskatchewan'da yetiştirilmektedir. Kanadalı uzmanlar tohum ıslah çalışmalarına gereken önemi göstererek, kolzayı ıslah etmeyi başarmışlardır. 1968 yılında, Manitoba Üniversitesi öğretim üyesi Dr. Stefansson düşük asit oranına sahip seçici tohumlama yöntemini geliştirmiştir. 1974 yılında, düşük erusic asit ve glukosinolat içeren başka bir çeşidini üretmeyi başarmışlar ve ilk önce Kanada'da ıslah edilmesi nedeniyle de kanola olarak adlandırmışlardır (Canola- CAN adian O il L ow A sit). Bu tarihten itibaren, kanola ekimi tüm dünyada hızla yayılmaya başlamış ve özellikle de Almanya ve Hindistan gibi ülkelerde kanola, ekilen tarım arazisi ve verimlilik açısından büyük bir başarı elde ederek bu ülkelerin ekonomilerindeki payını giderek arttırmayı başarmıştır.

Yurdumuzda üretilen bitkisel ve hayvansal yağlar, tüketimi karşılayacak düzeyde değildir. Bu durum yağ bitkilerinin hasat ve harman işlerinin zor olması ve maliyetteki yükselmelerden kaynaklanmaktadır. Bu bakımdan tohumlarında % 38-50 oranında yağ bulunan, tarımı son derece kolay kanola bitkisinin gereken ilgiyi görmesiyle ülkemizde yağ açığının kapatılmasına önemli oranda katkıda bulunulabilir. Ülkemizde, yılda 500 bin ton bitkisel yağ ithal edilmektedir. Nüfus artışına bağlı olarak artan yağ ihtiyacının karşılanabilmesi için yağ üretiminin de artırılması zorunludur. Ülkemizde bitkisel yağ açığını kapatmak amacıyla kanola tarımının yaygınlaşması için çalışmalar yapılmaktadır (Süzer, 2007; TURKUB, 2007a).

### **3.1.1. İklim ve Toprak İstekleri**

Ülkemizde rapiska, rapitsa ve kolza isimleriyle de bilinen, ayrıca ülkemiz arazilerinde çok yaygın olarak görülen hardal bitkisinin yabani formu olan kanola kışlık ve yazlık olmak üzere iki fizyolojik döneme sahip bir yağ bitkisidir (Keskin, 2007). Ülkemizde genellikle kışlık kanola tarımı yapılmaktadır. Kışlık kanola kar altında -15 °C'ye kadar dayanıklıdır. Ancak kışa girerken kuvvetli bir kök oluşturması ve rozetleşmesini (6-8 yaprak arası) tamamlamış olması gerekmektedir. Bunun içinde Ekim ayı başında tavlı toprağa ekilmeli ve çıkışı sağlanmalıdır. Yazlık kanola daha çok ılıman iklim bölgeleri olan Ege ve Akdeniz'de yetiştirilmektedir. Kanola bitkisi kumlu ve hafif topraklar dışında hemen hemen her toprakta yetişmektedir. Toprak yüzeyinin tesviyesi iyi olmalıdır. Su tutan ve göllenen tarım alanlarında çok zarar görmektedir. En iyi yetiştiği toprak humuslu, derin yapılı nötr veya hafif alkali ve hafif asidik topraklardır (pH 6.5-7.5) (Süzer, 2007).

Kanola bitkisinin kışlık çeşitlerinin, ülkemizde uygun iklim koşullarında buğday ile ekim nöbetine girmesi sonucu ekim nöbeti zenginleşebilecektir. Bu bitkinin yetişmesi için uygun iklim koşulları Ege, Çukurova, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu'nun pamuk, Marmara Bölgesi'nin Trakya kesiminde ise ayçiçeği ve buğday ekilen alanlarında mevcuttur.

### **3.1.2. Ekim Zamanı**

Ekim zamanı toprak ısı ile yakından ilgilidir. Çimlenmenin iyi olabilmesi için toprak ısı en az 10-12 °C olmalıdır. Bundan daha yüksek sıcaklıkta tohumların çimlenme ve çıkışı daha hızlı olur. Kanola ekim zamanı Trakya, Marmara, Ege,

Güneydoğu Anadolu, Marmara, Orta Anadolu ve Karadeniz Bölgeleri'nde 15 Eylül-15 Ekim tarihleri arasında yapılmalıdır. Eylül ve Ekim ayı içerisinde düşecek yağışlar toprağa ekilen kanola tohumlarının çıkmasına yardımcı olacaktır. Bu şekilde iyi çıkış yapan kanola bitkileri kışa 6-8 yaprak arasında (rozet devresi) girer ve kuvvetli bir kök sistemi geliştirerek soğuktan zarar görmez. Eğer kanola ekimleri Kasım ayına sarkarsa çıkış yavaş ve fideler de çok zayıf olduğundan soğukların başlaması ile sıcaklık - 2 °C ve altına düştüğünde genç fideler zarar görmektedir. Bu nedenle kanola ekiminde geç kalınmamalıdır (Süzer, 2007).

### **3.1.3. Tohumluk**

Ekolojik kanola tarımında tohumluğun önemi büyüktür. Çiftçiler kendi hasat ettikleri üründen kesinlikle tohumluk olarak ayırmamalıdır. Çünkü kanola bitkisi %50'lere varan ölçüde yabani hardal türleri ile melezlendiğinden ikinci yıl hasat edilen ürün tohumluk olarak ekildiğinde hasat edilen ürünün yağında erusik asit ve küspesinde de glukozanalat oranı artacaktır. Her yıl kontrollü olarak üretilen sertifikalı tohumlukların üreticiler tarafından alınması gerekmektedir. Alınacak tohumluğun ekilecek bölgede denenmiş ve kış soğuklarına dayanıklı olması gerekmektedir. Ekilen kanola çeşidinin yağ oranı da %40'ın üzerinde olmalıdır (Süzer, 2007).

### **3.1.4. Ekim Şekli**

Kanola ekimi, yonca ekim makinesi gibi küçük tohumları ekebilen mekanik (şanzımanlı) ya da pnomatik mibzerlerle yapılabilir. Bu tip gelişmiş ekim makineleri ile bir dekara 400 g. yeterli olmakta ve düzgün bir çıkış elde edilmektedir. Kanola ekiminde sıra arası mesafe 17-30 cm ve sıra üzerindeki bitkiler arasındaki mesafe ise toprak verimliliği ve yağış durumuna bağlı olarak 4-6 cm arasında olabilir. Ekim derinliği 1.5 cm civarında olmalıdır. Aşırı sık ve derin ekimden kaçınılmalıdır (Şekil 3.1.4.1) (Süzer, 2007).



Şekil 3.1.4.1. Kanola bitkisinin vejetasyon başlangıcı (Elazığtarım, 2007)

### 3.1.5. Gübreleme

Kanolada en başarılı gübreleme programı topraktaki mevcut besin elementlerinin durumuna bağlı olarak belirlenendir (Süzer, 2007). Her 50 kg verim için topraktan 1 kg S kullanılmaktadır. Buna göre uygulanacak gübre formlarının amonyum sülfat türü olmasına dikkat edilmelidir. İyi bir verim alabilmek için dekara 12-14 kg saf N, 7-8 kg P verilmelidir. Azotlu gübrenin yarısı ( 6 kg/da), fosforlu gübrenin tamamı ekimle birlikte, azotlu gübrenin diğer yarısı da Şubat sonu Mart başında sapa kalkma döneminde verilmelidir (Kesaptarım, 2007). Çizelge 3.1.5.1’de kanola tarımında toprağa uygulanabilecek gübrenin form ve dozlarından bazı seçenekler verilmiştir.

Çizelge 3.1.5.1. Kanola tarımında toprağa uygulanabilecek gübrenin form ve dozlarından bazı seçenekler (Süzer, 2007)

Uygulama		
Gübre Formu	Zamanı	Uygulanabilecek Miktarlar (kg/da)
1. Uygulamada Amonyum sülfat	Ekim	20 - 25
18-46-0 gübreleri	Ekim	20 - 25
2. Uygulamada Üre	Şubat sonu	8 - 10
	Mart başı	
3. Uygulamada Amonyum nitrat	Mart sonu	14 - 15
	Nisan başı	

### 3.1.6. Diğer Kullanım Alanları

Kanola danesi %38-50 yağ ve %16-24 oranında protein içermektedir. Kanola tohumlarından yağ çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspesi %38-40 oranında protein içermesi nedeniyle hayvan yemi için iyi bir hammadDEDİR (Tüzün ve ark., 2007) ve soya küspesi ile karıştırılıp hayvan yemi olarak kullanılabilir. Kanola tohumu hiçbir işlem görmeden besi rasyonuna % 10, kanatlı rasyonuna % 20 oranında katılarak doğrudan besi materyali olarak kullanılabilir (Şekil 3.1.6.1).



Şekil 3.1.6.1. Tohumlu kanola bitkisi ve kanola tohumu (Canola-council, 2007)

Kanola arıları cezbeden sarı çiçeklere bol miktarda sahip olduğundan arıların için de değerli bir bitkidir. Kanolanın çiçek döneminde bal arıları bir hektardan 15 günde 100 kg bal ve yaklaşık 1 kg bal mumu üretirler (Süzer, 2007; TURKUB, 2007c). Çiçeklerin az bulunduğu Şubat – Mart aylarında arılar için değerli bir arı merası oluşturur. Kanola çiçeklenme döneminde tozlanma (döllenme) için çeşidin kendine tozlanmasının az veya çok olmasına bağlı olarak bal arılarına ihtiyaç duyar. Bu nedenle çiçeklenme dönemindeki sürede kanola tarlaları yakınında arı kovanı bulunması harnuplarda (kapsüllerde) döllenme ve dane tutmayı artırır (Süzer, 2007).

Ayrıca bir dekar kanola bitkisinden 350-550 kg tohum, 210-330 kg küspe ve 140-220 kg yemeklik yağ elde edilmektedir (Erengözgin, 2004).

Son yıllarda dünyada yaşanan petrol fiyatlarındaki aşırı dalgalanmalar ve bunun yarattığı ekonomik krizlere çözüm bulmak amacıyla yeni yakıt kaynakları aranmaktadır. Bu yüzden bitkisel yağlara, petrol türevleri olarak elde edilen motor yakıtı ve yağına alternatif olabilecek kaynaklar gözü ile bakılmaktadır. Bitkisel yağlarla dizel yakıtların

karışımından oluşan yakıtlara biyodizel veya biyomotorin adı verilmektedir. Biyomotorin olarak tüm bitkisel yağlar kullanılabileceği gibi, özellikle hintyağı, jojoba, kanola, yağ şalgamı, aspir ve yerfıstığı üzerinde fazlaca durulmaktadır (AYT, 2007; Tüzün ve ark., 2007).

### 3.2. Kanola Yağı

Kanola yağı en ideal yağ oranlarına sahip bitkisel bir yağdır. Benzerleri arasında en düşük doymuş yağ oranına sahiptir. Bu özelliğinin yanında önemli miktarda  $\omega$ -3 yağ asitlerini içermektedir. Zeytinyağının önemli bir alternatifi olan kanola yağı zengin içeriği ile tercih edilmesi gereken bir yağdır (TURKUB, 2007b).

Kanola yağı tekli doymamış yağlar yönünden zengin olduğundan kötü kolesterolü engelleme özelliğine sahiptir. Bu zeytinyağını da yararlı yapan bir özelliktir. Tekli doymamış yağ oranı zeytin yağında %73, kanola yağında ise bu orana çok yakın olup %63'tür. Kanola yağı zeytinyağından daha fazla ısıya dayanır. Diyetlerde serbest yağ asidi miktarının çok az olması gerekir. Çünkü serbest yağ asidi miktarının kanda kronik olarak yüksek seyrettiği durumlarda pankreasın iyi çalışmadığı ve diyabet hastalığına ortam hazırladığı sonucuna varılmıştır (TURKUB, 2007b). Kanola, yağının orta ve yüksek oranda oleik asit içermesi, kaynama noktasının yüksek olması nedeni ile (238°C) iyi bir kızartma yağı oluşu ve E vitamini zengin olması nedeni ile bilinen en iyi yağ bitkilerinden birisidir (Erengözgin, 2004).

Kanola ve diğer yağlı tohumlarda, filizlenme sırasında aldıkları yağış miktarından ya da işlenmeden önceki depolanma koşullarının etkisiyle serbest yağ asidi miktarı artabilmektedir. Ancak bu miktarın %0.40'tan az olması ürünün kaliteli olarak nitelenmesi için yeterlidir. Kanada veya Avustralya'da üretilen kanola yağları %0.35 serbest yağ asidi oranları içermekte ve kaliteli olarak nitelendirilmektedir. Bu durumda ülkemizde üretilen kanola yağının %0.30 serbest yağ asidi oranı ile daha kaliteli olduğu bildirilmektedir (TURKUB, 2007b).

Sıfır erüsik asitli kolza, diğer adıyla kanola yağı, doymuş ve yarı doymuş yağ bileşimi itibarıyla oldukça sağlıklı ve kaliteli özelliğindedir. Sağlık için zararlı doymuş yağları diğer yemeklik yağlara kıyasla % 7 ile en düşük oranda, doymamış yağ asitlerini ise zeytinyağından sonra en fazla miktarda içerir. Ayrıca kalbin dostu sayılan yarı doymuş yağları % 61 oranında bulundurur ki, bu da yine zeytinyağından sonra en fazla kanola yağında mevcuttur (Tüzün ve ark., 2007).



Kanola çeşitlerinden elde edilen bitkisel yağ, besin değeri ve içeriği bakımından zeytinyağı ve yerfıstığı yağının kalitesine yakın olup, dünya kanola üretiminin önemli bir kısmı insan beslenmesinde kullanılmaktadır (Çizelge 3.2.1) (Süzer, 2007).

Çizelge 3.2.1. Diyetlerdeki yağların karşılaştırması (Canola-council, 2007)

	Doymuş Yağlar (%)	Çoklu Doymamış Yağlar (%)		Tekli Doymamış Yağlar (%)
		Linoleik asit	$\alpha$ -linolenik asit	
<b>Kanola yağı</b>	7	21	11	61
<b>Aspir yağı</b>	8	14	1	77
<b>Keten tohumu yağı</b>	9	16	57	18
<b>Ayçiçek yağı</b>	12	71	1	16
<b>Mısır yağı</b>	13	57	1	29
<b>Zeytin yağı</b>	15	9	1	75
<b>Soya fasulyesi yağı</b>	15	54	8	23
<b>Yerfıstığı yağı</b>	19	33	iz	48
<b>Pamuk tohumu yağı</b>	27	54	iz	19
<b>Hurma yağı</b>	51	10	iz	39
<b>Hindistan cevizi yağı</b>	91	2	2	7
<b>Domuz yağı</b>	43	9	1	47
<b>Tereyağı</b>	68	3	1	28

Ayçiçeği ve pamuk tohumu gibi yağlı tohumlar işlenmeden önce kabuk ayırma işlemine tabi tutulurken kanola tohumu doğrudan doğruya öğütülmektedir (Erengözgin, 2004). Bu nedenle birim alanda diğer yağ bitkilerine kıyasla daha yüksek oranda ürün ve yağ verirken, yağ bitkileri arasında en ucuza elde edilen yağı sağlamaktadır (TURKUB, 2007c). Çizelge 3.2.2'de 1987-2006 dönemi Türkiye yağ bitkileri verileri gösterilmiştir.

Çizelge 3.2.2. 1987-2006 Türkiye yağ bitkileri üretim verileri (ton) (TİK, 2008)

	Susam yağı	Ayçiçeği yağı	Keten tohumu yağı	Kenevir tohumu yağı	Haşhaş tohumu yağı	Pamuk tahumu yağı	Yer fıstığı yağı	Soya yağı	Aspir yağı	Kanola yağı
1987	43000	1100000	4000	2600	3818	858858	80000	250000	260	340
1988	45000	1150000	3350	1200	11130	1040000	60000	150000	150	1400
1989	37000	1250000	2700	580	3235	987200	50000	161000	168	3000
1990	39000	860000	1570	850	5153	1047360	63000	162000	124	2100
1991	43000	800000	1440	641	22538	895082	60000	110000	138	1046
1992	34000	950000	758	800	7048	905350	67000	95000	126	1000
1993	30000	815000	488	570	3028	899868	70000	63000	122	9
1994	34000	740000	650	400	14000	929902	70000	70000	90	10
1995	30000	900000	390	360	28249	1287527	70000	75000	125	9
1996	30000	780000	228	400	5346	1219579	80000	50000	74	5
1997	28000	900000	228	230	10948	1193286	82000	40000	65	10
1998	34000	860000	185	99	27964	1334778	90000	60000	72	300
1999	28000	950000	227	55	31332	1157583	75000	66000	50	330
2000	23800	800000	173	140	11564	1295066	78000	44500	18	187
2001	23000	650000	155	160	21436	1353888	72000	50000	25	650
2002	22000	850000	130	50	19000	1457122	90000	75000	25	1500
2003	22000	800000	110	80	52000	1337065	85000	85000	170	6500
2004	23000	900000	80	30	17809	1425850	80000	50000	150	4500
2005	26000	975000	86	13	13644	1291180	85000	29000	215	1200
2006	26545	1118000	84	13	30187	1476556	77454	47300	395	12615
TOPL.	621345	18148000	17032	9271	339429	23393100	1484454	1732800	2562	36711

Çizelge 3.2.2’de görülebileceği gibi, ülkemizin 1987-2006 döneminde toplam bitkisel yağ üretimi 45784704 ton olarak gerçekleşmiştir. Bitkisel yağ üretiminde pamuk tohumu yağı yaklaşık % 51.09 ile ilk sırayı alırken, % 36.64 ile ayçiçeği yağı ikinci sırayı almıştır. Çizelge 3.2.3’te ise dünya bitkisel yağ üretimi verileri gösterilmiştir.

Çizelge 3.2.3 Dünya bitkisel yağ üretimi verileri (Milyon ton) (FAS, 2008).

ÜRÜNLER	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08
Hindistan cevizi yağı	3.27	3.46	3.47	3.32	3.49
Pamuk tohumu yağı	3.93	4.78	4.62	4.88	4.96
Zeytin yağı	3.06	2.96	2.65	2.91	2.84
Hurma yağı	30.00	33.52	35.98	37.34	41.12
Hurma çekirdeği yağı	3.68	4.15	4.38	4.45	4.78
Yerfıstığı yağı	5.03	5.05	4.93	4.46	4.78
Kanola yağı	<b>14.08</b>	<b>15.69</b>	<b>17.24</b>	<b>17.14</b>	<b>17.93</b>
Soya yağı	30.18	32.56	34.57	36.39	38.30
Ayçiçeği tohumu yağı	9.19	9.17	10.53	10.60	9.79
<b>TOPLAM</b>	<b>102.42</b>	<b>111.35</b>	<b>118.37</b>	<b>121.48</b>	<b>127.99</b>

Sürdürülebilir ve ekonomik bir karma yem sanayinin oluşturulabilmesi için balık yemlerinde balık yağına alternatif, sağlıklı ve balığın yağ asidi ihtiyacını karşılayabilecek yağ kaynaklarının bulunması, sektördeki girdileri azaltmak ve ülke ekonomisine katkı sağlanması açısından önemlidir. Bu nedenle, son yıllarda balık besleme üzerine yapılan çalışmalarda, temini kolay, ekonomik ve yağ asitlerince zengin bitkisel yağ kaynaklarının (mısır, ayçiçeği, keten tohumu, vb.) değerlendirilmesi üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalar  $\omega$ -3 serisi yağ asitleri açısından zengin olan bitkisel yağların tatlı su türlerinde, balık büyümesini ve vücut yağ asidi miktarını olumsuz etkilemeyecek alternatif bir yağ kaynağı olduğunu, deniz türlerinin yemlerinde ise bitkisel yağların belli oranlarda (%60'a kadar) kullanılmasının uygun olduğunu göstermiştir.

Önceki çalışmalar, tatlı su türleri için zeytinyağı (Caballero ve ark., 2002), keten tohumu yağı (Bell ve ark., 2003), hurma yağı (Madrigal ve ark., 2005) ve soya yağı (Greene ve Selivonchick, 1990) gibi bitkisel yağların balık yağına alternatif yağ kaynağı olarak kullanılmasının ve bunların değişim oranlarının belirlenmesinin, yemin daha düşük maliyetle üretilebilmesi için önemli olduğunu göstermiştir. Buna ilaveten, bitkisel yağların yem üretiminde kullanılması, pazara ekonomik ve sağlıklı ürün sunabilmek ve yemin olumsuz çevresel etkilerini azaltmak bakımından da önemlidir.

### 3.3. Gökkuşığı Alabalığının Besin İhtiyaçları

#### 3.3.1. Proteinler

Proteinler, yaşayan organizmaların en önemli bileşenidirler ve yapısını karbon (%51-55), hidrojen (%6.5-7.3), oksijen (%21.5-23.5) ve nitrojen (%15.5-18) oluşturmaktadır. Bir çok protein molekülünde kükürt, fosfor, demir ve iyot gibi elementler de bulunabilmektedir (Varlık ve ark., 2004).

Tüm canlılarda vücudun yapı taşı olan proteinler; canlının büyümesi, vücut hücrelerinin yenilenmesi ve üreme fonksiyonlarının devamlılığı gibi yaşamsal faaliyetlerin yerine getirilmesini sağlarlar. Ayrıca temel enerji kaynağı olarak kullanılan karbonhidrat ve lipidlerin yetersiz kaldığı durumlarda, enerji ihtiyacını gidermek için de kullanılırlar.

Balık eti, yüksek derecede protein kaynağı olmasından dolayı organizmanın gelişiminde ve dengeli beslenme için gerekli bir besin maddesidir. Balık etinin protein miktarı balık türlerine göre farklılık olsa da çok büyük sapmalar göstermez. Balık etinin protein içeriği üzerine beslenme, çevre ve olgunluk durumunun da etkisi vardır (Tülsner, 1994; Deniz ve Uzunhasanoğlu, 1991; Diler, 1996).

Ayrıca proteinler besin biyosentezinin yapı taşı olan amino asitlerin de kaynağı olup, besinlere lezzet, aroma ve renk veren maddelerin oluşumunu da sağlarlar (Telefoncu, 1993).

Proteinde bulunan esansiyel amino asitlerin miktarları proteinlerin kalitesini belirler (Pigott ve Tucker, 1990). Yaklaşık 20 kadar amino asit bir araya gelerek proteinleri oluşturur. Amino asitler esansiyel ve esansiyel olmayan amino asitler olmak üzere iki kısımda incelenirler. Esansiyel amino asitler (treonin, valin, lösin, izolösin, metiyonin, fenilalenin, triptofan, lisin, histidin, arginin), vücut tarafından sentezlenemezler ve mutlaka besinlerle dışarıdan alınmaları gerekir (Huss, 1995).

Balıkların türlerine göre, sentezlenemeyen (esansiyel) amino asit ihtiyaçları farklılık göstermektedir. Çizelge 3.3.1., balık türlerine göre yemlerinde bulunması gerekli olan amino asit miktarlarını göstermektedir.

Çizelge 3.3.1. Balık türlerine göre yemlerde bulunması gereken amino asit oranları (New, 1987)

Amino asitler	Gereksinim (%protein)			
	Gökkuşluğu alabalığı	Sazan	Çipura	Som balığı
<b>Arginine</b>	3.5	4.2	2.5	6.0
<b>Histidine</b>	1.6	2.1	-	1.8
<b>Isoleucine</b>	2.4	2.3	-	2.2
<b>Leucine</b>	4.4	3.4	-	3.9
<b>Lysine</b>	5.3	5.7	5.0	5.0
<b>Methionine</b>	1.8	3.1	4.0	4.0
<b>Phenylalanine</b>	3.1	6.5	-	5.5
<b>Theonine</b>	3.4	3.9	-	2.2
<b>Tryptophane</b>	0.5	0.8	0.6	0.5
<b>Valine</b>	3.1	3.6	-	3.2

### 3.3.2. Lipidler

Lipidler, hayvan ve bitki dokularının eter, benzen ve kloroform gibi organik çözücülerde çözünebilir kısımlarını oluştururlar. Çoğunlukla yağlar, fosfolipid, spingomyelin, vaks ve sterlerden meydana gelmiştir. Temel yapılarını karbon ve hidrojen oluşturur. Lipidler enerjinin depolanmasında, çeşitli hücre organellerinin yapısını oluşturmada ve hormonların yapımında önemli rol oynarlar.

Su ürünleri yemlerinde, balıkların normal büyüme ve gelişmesi için gerekli olan esansiyel yağ asitlerinin kaynağı yemde bulunan yağlardır. Bunlar içerisinde balık yağı mükemmel bir enerji kaynağı olup, yüksek oranda HUFA, EFA, esansiyel mineraller (Ca, P, Mg ve iz elementler) ve vitaminler (B<sub>12</sub>, A, D<sub>3</sub>, kolin, inositol) içermektedir. Balık yağı başta su ürünleri yetiştiriciliği olmak üzere, az miktarda insan tüketiminde ve endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliği sektörü dünya balık yağı üretiminin %74'ünü tüketmektedir.

Yemlerdeki yağlar balıklar için sadece esansiyel yağ asiti (EFA) kaynağı değil aynı zamanda önemli bir enerji kaynağıdır (Özoğul, 2001). Bu nedenle, yemdeki fosfolipitler biyomembranların yapısal bileşeni olarak yaşamsaldır. Balıklar için etkili ve gerekli bir enerji kaynağı olan yağlar, proteinlerden sonra beslemenin en önemli

maddeleridir. Ayrıca yağlar, yağda eriyebilen A, D, E ve K vitaminleri ve doğal ya da sentetik pigmentleri kapsayan diğer besin maddelerinin emilimi için taşıyıcı olarak görev yapmaktadır (NRC, 1993; Bilgüven, 2002).

Yağ asitleri balıkların vücutlarında sentezlenebilme ve sentezlenememe özelliklerine göre esansiyel ve esansiyel olmayan yağ asitleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Esansiyel yağ asitleri balıklar tarafından sentezlenememektedir ve bu yüzden dışarıdan yemle verilmesi zorunludur. Esansiyel yağ asitleri birden fazla çift bağ içeren linoleik ve linolenik yağ asitleridir (Hoşsu ve ark., 2001). Balıklara verilen yemlerin bu yağ asitleri bakımından eksik olması, büyümede azalma, yemden yararlanmada düşüş, kuyruk yüzgecinde aşınmalar, karaciğerde solgunlaşma, biyomembran geçirgenliğinde değişme, karaciğerde yağ dejenerasyonu, kanda eritrosit düzeylerinin azalması, kan hücreleri sayısının, hemogloblin ve hemotokrit düzeylerinin azalması ve fosfolipidler içinde 20:3  $\omega$ -9 (Eikosatrienoik asit) oranının artması gibi olumsuzluklara yol açmaktadır. Ayrıca esansiyel yağ asitlerinin yetersizliği eşeyssel olgunluğa ulaşma, yumurtaların çıkış gücü ve larvaların yaşama gücü üzerinde de olumsuz etki göstermektedir (Bilgüven, 2002).

Yağ asitleri, hem kompleks lipitlerin önemli bir parçası hem de kendisinden kolayca enerji sağlanan bir kaynaktır. Bunlar yağın doymuşluk derecesini gösteren farklı uzunluktaki karbon zincirinden oluşan trigliseritlerdir. Doymuş ve doymamış yağ asitleri olarak iki çeşittir. Doymamış yağ asitleri de tekli doymamış (Monoansature; MUFA) ve çoklu doymamış (Poliansature; PUFA) yağ asitleri olarak gruplandırılmaktadır.

Doymamış yağ asitlerinin büyük bir kısmını oleik asit (C18:1  $\omega$ -9) oluşturur. Hemen hemen tüm yağlarda bulunan oleik asit MUFA'lara en iyi örnektir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin karbon sayısı 18 ile 22 arasındadır, kimyasal yapılarında 2 ile 4 çift bağ bulundurabilir ve kısaca PUFA olarak isimlendirilirler.  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 serisi yağ asitleri çoklu doymamış yağ asitlerindedir.

Balıklardaki yağ ve yağ asidi bileşimi balığın türüne, yaşına, cinsiyetine, mevsim ve aylara, yaşama ortamına, beslenmesine, su sıcaklığına, suyun kirliliğine, kültür ya da doğal tür olup olmadığına göre değişiklik gösterir (Erdem, 2006). Bütün balıklarda yağ miktarı ve yağın vücutta depolanma şekli farklıdır. Yağlar kas fibrilleri arasında kürecikler şeklinde depolanmıştır. Yağ bütün organizmada düzenli dağılım göstermez. Özellikle karın kısmının alt taraflarında, yüzgeç bölgelerinde ve kırmızı et

bölgelerinde bulunur. Balıktaki protein miktarı balık türleri arasında nispeten sabit olmasına karşın, yağ miktarı çok büyük sapmalar göstermektedir (Yıldız ve ark.,2000).

Balıklarda büyümeyi etkileyen iç (yaş, tür, cinsi olgunluk) ve dış (çevre şartları) faktörler, dokularda depolanan yağları ve yağ asitlerini önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Yürütülen çalışmalar kültürü yapılan balıkların esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarının, dokulardaki yağ asidi profillerinin kullanılabilirliğine ve değişimine göre tahmin edilebildiğini rapor etmektedir. Hatta balıkların vücut yağ asitleri ile diyet kompozisyonlarının pozitif korelasyona sahip olduğu bildirilmektedir (Aras ve ark., 2003).

Balık ve balık yağındaki yağ asitleri, insan sağlığı üzerine olan sayısız yararlı etkilerinden dolayı son zamanlarda yoğun olarak bilimsel araştırmalara konu olmaktadır. İnsan beslenmesi açısından balık kaynaklı protein ve yağlar insan tüketimine sunulan besinler içerisinde büyük bir öneme sahiptir. Özellikle uzun zincirli doymamış yağ asitlerinden olan PUFA ve HUFA'lar, beslenme fizyolojisi açısından çok önemli olup bünyelerinde 5 ya da 6 adet çift bağ bulundurmaktadır. HUFA ve PUFA'ların en önemlileri  $\omega$ 3 yağ asitleridir. Koroner kalp hastalıklarının önlenmesinde son derece yararlı etkilere sahip bu yağ asitleri sadece su ürünlerinde bulunmaktadır (Çelik ve Gökçe, 2003).

Balıkların sentezleyemedikleri ancak besinle alabildikleri temel yağ asitleri (linoleik asit; C18:2, linolenik asit; C18:3 ve araşidonik asit; C20:4) diğer besinsel yağ asitleri gibi (miristik asit; C14:0, palmitik asit; C16:0, palmitoleik asi; C16:1, stearik asit; C18:0, oleik asit; C18:1 v.b.) balık dokularında direkt olarak depolanırlar. Besinde uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitleri (C20:3, C20:5, C22:4, C22:5, C22:6) bulunmadığında temel yağ asitleri kullanılarak sentezlenebilmektedir. Balıklarda doymamış yağ asitlerinin doymuşlara göre fazla oranda bulunuşu sabit ve değişken sıcaklıklara adapte olmada kolaylık sağlamaktadır (Akpınar, 1999).

Çoklu doymamış yağ asitlerinden  $\omega$ -3 serisi yağ asitleri (linoleik ve araşidonik asit) bitki tohumu yağlarında,  $\omega$ -3 yağ asitleri (EPA ve DHA) ise balık yağında bol miktarda bulunmaktadır (Erdem, 2006). Çizelge 3.3.3.1'de besinlerde bulunan yağ asitlerinin yaygın adları ve besin kaynakları, Çizelge 3.3.3.2'de ise bitkisel yağların ortalama yağ asidi kompozisyonları gösterilmiştir.

Çizelge 3.3.2.1. Besinlerde bulunan yağ asitlerinin yaygın adları ve besin kaynakları (Wolfram, 1989; Tato, 1993; Varlık ve ark., 2006)

Sistematik Adı	Yaygın Adı	Rasyonel Formülü	Besin Kaynağı	Kimyasal Formülü
<b>DOYMUŞ</b>				
Bütirik asit	Bütanoik asit	C3H7COOH	Süt yağı	C4:0
Kapronik asit	Heksanok asit	C5H11COOH	Süt yağı, kakao yağı	C6:0
Kaprilik asit	Oktanoik	C7H15 COOH	Süt yağı, kakao yağı	C8:0
Kaprinik asit	Dekanoik	C9H19 COOH	Süt yağı, kakao yağı	C10:0
Laurik asit	Dodekanoik	C11H23 COOH	Süt yağı, kakao yağı	C12:0
Tridekanoik asit				C13:0
*Miristik asit	Tetradekanoik	C13H27 COOH	Bit. ve hay. Yağlar	C14:0
Pentaekanoik asit				C15:0
Palmitik asit	Heksadekanoik	C15H31 COOH	Tüm yağlar	C16:0
Heptadekanoik asit				C17:0
*Stearik asit	Oktadekanoik	C17H35 COOH	Hayvansal yağlar	C18:0
Araşidik asit	Eikosanoik	C19H39 COOH	Yerfıstığı yağı	C20:0
Henikosanoik asit				C21:0
Tricosanoik asit				C23:0
→Lignoserik asit	Tetraosanoik	C23H47 COOH	Yerfıstığı, kolza yağı	C24:0
<b>TEKLİ DOYMAMIŞ</b>				
Miristeloik asit				C14:1
Pentadekanoik asit				C15:1
*→Palmitoleik asit	9-Hegsadesonoik	C15H29 COOH	Deniz hay. yağı, bit. ve hayvansal yağlar	C16:1
cis-10 Heptadekanoik asit				C17:1
Elaidik asit	9-Oktadesonoik ( <i>trans</i> )	C17H33 COOH	Hayvansal yağlarda eser miktarda	C18:1ω-9t
Oleik asit	9-Oktadesonoik	C17H33 COOH	Tüm yağlar	C18:1
Eikosanoik asit				C20:1
→Dekosanoik asit	Erusik	C21H41 COOH	Kolza ve hardal tohumu yağları	C22:1
Nervonik asit				C24:1ω-9
<b>ÇOKLU DOYMAMIŞ</b>				
→Linoleaidik asit	-	-	Bitkisel yağlar	C18:2ω-6t
→Linoleik asit (LA)	9-12 Oktatekadienoik	C17H31 COOH	Bitkisel yağlar	C18:2ω-6c
→Linolenik asit (LNA)	9-12 Oktatekakrienoik	C17H29 COOH	Keten ve kenevir tohumu, soya yağı	C18:3ω-3
Eikosadienoik asit (EDA)	EDA			C20:2
Eikosatrienoik asit (ETA)	ETA			C20:3ω-3
*Araşidonik asit (AA)	5-8-11-14 Eikosatetraenoik	C19H31 COOH	Hayvansal yağlarda eser miktarda	C20:4ω-6
Dekosadienoik asit (DDA)	DDA			C22:2



## Çizelge 3.3.2.1. Devamı.

*Eikosapentaenoik asit (EPA)	Timnodonik	C19H29 COOH	Balık yağları	C20:5
*Dekosahegzaenoik asit (DHA)	Klupanodonik	C21H27 COOH	Balık yağları	C22:6
*Nisirik asit	Tetrakosahegzaenoik	C23H35 COOH	Balık yağları	C24:6

\*Hayvansal kökenli yağ asiti,

→Bitkisel kökenli yağ asiti

## Çizelge 3.3.2.2. Bitkisel yağların ortalama yağ asidi kompozisyonları (Creswell, 1993).

Bitkisel Yağlar	Yağ Asitleri	% Toplam Yağ Asitleri
Kanola yağı	Erucic acid	20-45
	Eicosenoic acid	9-15
	Linoleic acid	9-15
	Linolenic acid	2-7
	Saturated fatty acids	3-6
Pamuk tohumu yağı	Linoleic acid	40-55
	Palmitic acid	20-25
	Oleic acid	18-30
	Stearic acid	2-7
Keten tohumu yağı	Linolenic acid	30-60
	Oleic acid	13-36
	Linoleic acid	10-25
	Stearic & Palmitic acids	6-16
Mısır yağı	Linoleic acid	34-62
	Oleic acid	19-49
	Palmitic acid	8-12
	Stearic acid	2-5
Hurma yağı	Oleic acid	40-53
	Palmitic acid	32-47
	Stearic acid	2-11
	Linoleic acid	1-9
	Myristic acid	1-3
Hindistan cevizi yağı	Lauric acid	44-52
	Myristic acid	13-19
	Palmitic acid	7-10
	Caprylic acid	5-10
	Capric acid	4-10
	Oleic acid	5-8
	Stearic acid	1-3
	Linoleic acid	1-3
Zeytin yağı	Oleic acid	65-86
	Palmitic acid	7-20
	Linoleic acid	5-15
	Stearic acid	0.5-3
Haşhaş tohumu yağı	Linoleic acid	65
	Oleic acid	25
	Saturated acids	6-10

## Çizelge 3.3.2.2. Devamı

Soya fasülyesi yağı	Linoleic acid	52-60
	Oleic acid	23-34
	Palmitic acid	7-14
	Stearic acid	2-6
	Linolenic acid	2-8
Ayçiçeği yağı	Linoleic acid	55-70
	Oleic acid	15-30
	Palmitic & Stearic acids	5-15
Hurma çekirdeği yağı	Lauric acid	46-52
	Myristic acid	14-17
	Oleic acid	13-19
	Palmitic acid	6-9
	Capric acid	3-7
	Caprylic acid	3-4
	Stearic acid	1-3
	Linolenic acid	0.5-2

**3.3.3. Vitaminler**

Besin maddeleri bileşenlerinin diğer önemli bir grubu vitaminlerdir. Vitaminler taze bitkisel kökenli besinler ve hayvansal besinlerde bulunurlar. Hayvansal organizmalar ihtiyaç duydukları vitaminleri özellikle bitkisel besinlerden karşılar ve fazlasını karaciğerde depo ederler (Demirci, 2003).

Balıkların istenilen düzeyde gelişmeleri sadece rasyonun protein ve enerji düzeyine değil, ayrıca gerekli vitaminlere de bağlıdır. Rasyonlarda çok az miktarlarda bulunmalarına karşın, vücut metabolizmasındaki görevleri çok önemlidir. Bu nedenle balık karma yemlerinde mutlaka gereksinimi karşılayacak düzeyde vitaminlerin bulunması zorunludur (Erdem, 2000).

Vitaminler büyüme ve yaşam için gerekli olan organik bileşiklerdir. Vitaminlerin bir kısmı metabolik enzim sisteminin düzenlenmesinde yardımcı olurken, diğer bir kısmı yapısal fonksiyonlarda işlem görürler. Sağlıklı büyüme ve gelişme için besinlerle alınması zorunlu olan vitaminler deniz ürünlerinde bol olarak bulunurlar (Telefoncu, 1993). Vitaminler yağda çözünen ve suda çözünen vitaminler olmak üzere iki kısma ayrılırlar. Yağda çözünen vitaminler A,D,E ve K vitaminleridir. Suda eriyen vitaminler ise; B vitamin kompleksleri (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, biotin, folik asit, niasin, pantotenik asit) ve C vitaminleridir (Varlık ve ark., 2004).

Balık etlerinin tüketilebilir kısımları, insanların D ve B12 vitaminlerini karşılamak için iyi bir kaynaktır. Bunun dışında bazı balık türleri bol miktarda E, B6 ve

niasin içermektedir. Çizelge 3.3.3.1., salmonid balıkları için tavsiye edilen vitamin ihtiyaçlarını göstermektedir.

Çizelge 3.3.3.1. Salmonid balıkları için tavsiye edilen vitamin ihtiyaçları (Cowey ve ark., 1985)

<b>Vitaminler</b>	<b>Tavsiye Edilen</b>
<b>Suda eriyen vitaminler (mg/kg kuru rasyon)</b>	
Tiyamin	5-10
Riboflavin	5-15
Piridoksin	5-10
Pantotenik asit	10-20
Nitokinik asit	100-150
Biyotin	0.5-1.0
Folik asit	2-50
Vitamin B <sub>12</sub>	0.01-0.02
Kolin	2000-3000
Myoninositol	200-400
Askorbik asit	100-800
<b>Yağda eriyen vitaminler (IU/kg kuru rasyon)</b>	
Vitamin A	2000-3000
Vitamin D	2000-3000
Vitamin E	20-40
Vitamin K	5-10

(IU):Birim Ünite

### 3.3.4. Mineraller

Mineraller bitkisel ve hayvansal besinlerin yüksek sıcaklıkta yakılması sonucu külde kalan maddelerdir. Besinlerdeki mineraller, tuz ve proteinelere bağlı olarak bulunur. Bunlar sadece beslenme fizyolojisi açısından değil, lezzet açısından da önemlidir (Telefoncu, 1993). İskelet ve diş oluşumunda, kasların yapısında, kırmızı kan hücrelerinin oluşumunda, hormon, enzim ve vitaminlerin yapılarında bulunur. Balık etleri değerli bir kalsiyum ve fosfor, ayrıca demir, bakır, çinko, potasyum, magnezyum, iyot ve selenyum kaynağıdır. (Pigott ve Tucker, 1990).

Balıklar mineral madde ihtiyaçlarını karadan yaşayan hayvanlardan farklı olarak hem yemlerden hem de içinde yaşadıkları sudan karşılama yeteneğine sahiptir. Balıkların ihtiyaç duyduğu minerallerin hemen hepsi suda bulunduğu ve balıklar bu mineralleri sudan deri, solungaç ve yanal çizgileri vasıtasıyla absorbe edebildiği için, balıklarda mineral eksikliği semptomlarının izlenmesi oldukça zordur. Bununla birlikte, balıkların sudan aldıkları mineral miktarı, ihtiyaçlarını karşılamaya yetmez, bu nedenle

de rasyonlarına mineral ilavesi yapılması gereklidir (Erdem, 2000). Çizelge 3.3.5.1'de balıkların ortalama mineral gereksinimleri verilmiştir.

Çizelge 3.3.4.1. Balıkların ortalama mineral gereksinimleri (Bilgüven, 2002).

<b>Mineral</b>	<b>Gereksinim (1 kg yem için)</b>	<b>Mineral</b>	<b>Gereksinim (1 kg yem için)</b>
<b>Kalsiyum</b>	5 g	<b>Bakır</b>	1-4 g
<b>Fosfor</b>	7 g	<b>Mangan</b>	20-50 mg
<b>Magnezyum</b>	500mg	<b>Kobalt</b>	5-10 g
<b>Sodyum</b>	1-3 g	<b>Çinko</b>	30-100 mg
<b>Potasyum</b>	1-3 g	<b>İyot</b>	100-300 mg
<b>Kükürt</b>	3-5 g	<b>Molibden</b>	İz miktarda
<b>Klor</b>	1-5 g	<b>Krom</b>	İz miktarda
<b>Demir</b>	50-100 g	<b>Flor</b>	İz miktarda

## 4. MATERYAL VE METOT

### 4.1. Materyal

#### 4.1.1. Araştırma Yeri

Araştırma, Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yürütülmüştür.

#### 4.1.2. Tank Materyali

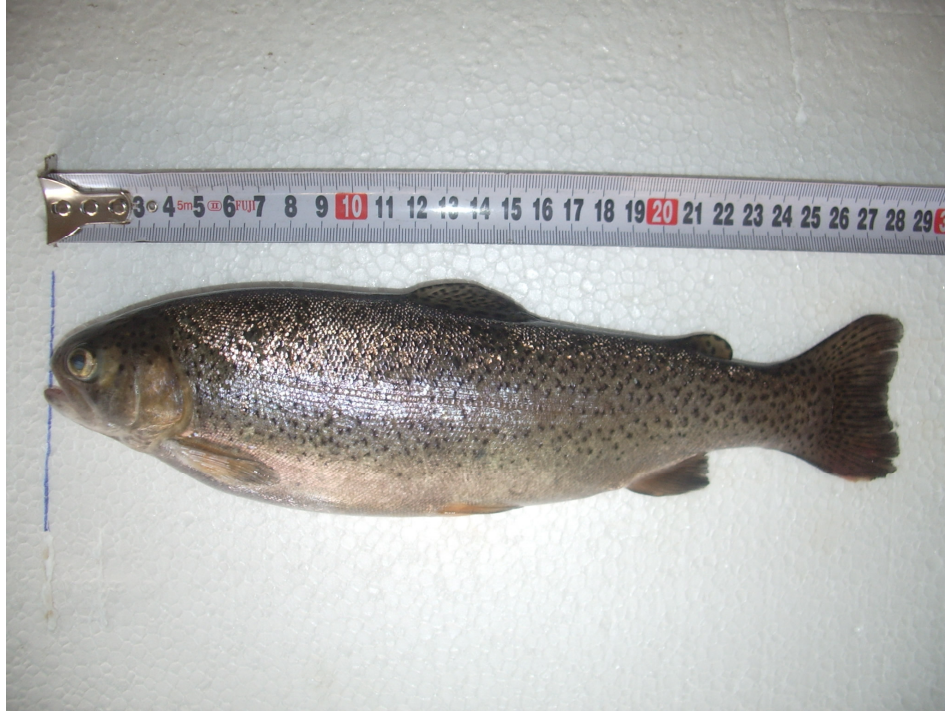
Araştırmada her biri 300 lt hacminde olan silindirik şekilli 15 adet fiberglas tank kullanılmıştır (Resim 4.1.2.1). Deneme ünitesinde her bir tank için doğrudan akışlı su sistemleri ve havalandırma kullanılmıştır. Tanklara su girişi  $4\text{Lmin}^{-1}$  olacak şekilde ayarlanmıştır. Su kaynağı olarak kuyu suyu kullanılmıştır.



şekil 4.1.2.1. Araştırmada kullanılan tanklar (Orijinal).

#### 4.1.3. Balık Materyali

Çalışmada özel bir işletmeden (Kuzey Su Ürünleri A.Ş., Bafra) temin edilen gökkuşağı alabalıkları kullanılmıştır (Resim 4.1.3.1). Gökkuşağı alabalıklarının ortalama ağırlıkları  $119 \pm 0.17$  g olup, önce 1000 lt hacimli tanklara (3 adet) stoklanmıştır. Balıklar kontrol yemi ile yemlenerek 10 günlük beslenme periyoduna alınmış ve deneme koşullarına dolayısıyla da ortama adaptasyonları sağlanmıştır. Balıklar, stok tanklarından tesadüfi olarak seçilmiş, bireysel olarak ağırlıkları alınarak deneme tanklarına her bir grup için üç tekerrür ve her bir tekerrür için 30 adet olmak üzere 300 lt'lik 15 adet tanka yerleştirilmiştir.



Şekil 4.1.3.1. Araştırmada kullanılan gökkuşağı alabalığı (Orijinal).

#### 4.1.4. Deneme Yemleri

Araştırmada, gökkuşağı alabalığı için araştırmanın temelini oluşturan kanola yağı, farklı oranlarda balık yağı ile değiştirilerek deneme rasyonları hazırlanmıştır.

Deneme rasyonlarında kullanılan yem ham maddeleri (balık unu, soya küspesi, balık yağı, vs.) özel bir yem firmasından (Sibal A.Ş. Black Sea Feed, Sinop) temin edilmiştir. Kanola yağı ise özel bir şirketten temin edilmiştir.

Protein oranı %47 olacak şekilde, kontrol yemi %100 balık yağı (BY100), deneme yemleri %25 (KY25), %50 (KY50), %75 (KY75) ve %100 (KY100) kanola yağı içeren 4 deneme yemi hazırlanmıştır. Kontrol ve tüm deneme yemleri Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik II laboratuvarında hazırlanmıştır.

Araştırmada, Sibal A.Ş. laboratuvarlarında bazı besin madde oranları analiz edilmiş balık unu (hamsi unu), ırmik altı un, soya küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi (A.T.K.) ve mısır proteini kullanılarak hesaplama yolu ile araştırma rasyonları düzenlenmiştir (Çizelge 4.1.4.1). İrmik altı un, rasyonda bağlayıcı olarak, krom oksit ise sindirim miktarının tespit edilmesi için kullanılmıştır.

Çizelge 4.1.4.1. Rasyonların yapımında kullanılan ham maddelere ait bazı besin oranları

<b>Ham maddeler</b>	<b>Su (%)</b>	<b>HP (%)</b>	<b>HY (%)</b>	<b>HK (%)</b>	<b>HS (%)</b>	<b>Nişasta (%)</b>
Balık unu	-	70.80	8.81	10.57	-	-
İrmik altı un	12.83	-	-	-	-	56.24
Soya küspesi	13.10	44.78	1	5.99	3.84	-
A.T.K.*	9.04	27.36	1	-	20.01	-
Mısır proteini	8.15	63.36	-	-	-	-

\*Ayçiçeği tohumu küspesi

Araştırmada kullanılan rasyonları oluşturan hammadde oranları Çizelge 4.1.4.2'de, araştırmada kullanılan rasyonların besin madde içerikleri ise Çizelge 4.1.4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.1.4.2. Araştırmada kullanılan rasyonları oluşturan ham maddelerin oranı (%)

Yem maddesi	BY100	KY25	KY50	KY75	KY100
Balık unu	44.79	44.79	44.79	44.79	44.79
İrmik altı un	10.47	10.47	10.47	10.47	10.47
Soya küspesi	23.12	23.12	23.12	23.12	23.12
A.T.K.	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
Mısır proteini	2.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Balık yağı	12.23	9.17	6.11	3.06	-
Kanola yağı	-	3.06	6.11	9.17	12.23
Vitamin karması(*)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Mineral karması(*)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Krom oksit (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

(\*) Vitamin-mineral karışımı (mg/kg karışım): vitamin A, 210000 IU; Vitamin D<sub>3</sub>, 35000 IU; vitamin E, 7000 mg; vitamin K<sub>3</sub>, 322 mg; vitamin B<sub>1</sub>, 588 mg; vitamin B<sub>2</sub>, 252 mg; vitamin B<sub>6</sub>, 294 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 826 mcg; niasin, 1400 mg; biotin, 7583 mcg; 182 mg folik asit, pantothenik asit, 1722 mg; inositol, 17220 mg; vitamin C, 933.31 mg; Ca, 1414mg.

Çizelge 4.1.4.3. Araştırmada kullanılan rasyonların besin madde içerikleri (kuru madde de % olarak).

Deneme rasyonları	Nem (%)	HP (%)	HY (%)	HK (%)	HS (%)	NÖM (%)
BY100	6.87±0.37	47.34±0.15	17.50±0.05	7.34±0.10	2.25±0.062	25.56±0.13
KY25	5.98±0.14	47.37±0.12	17.51±0.07	7.02±0.04	2.24±0.05	25.86±0.08
KY50	5.38±0.29	47.54±0.04	17.50±0.05	7.58±0.13	2.32±0.03	25.06±0.20
KY75	4.75±0.15	47.28±0.03	17.50±0.04	7.92±0.05	2.27±0.03	25.04±0.04
KY100	5.20±0.26	47.30±0.09	17.47±0.04	7.28±0.21	2.33±0.01	25.62±0.33

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

## 4.2. Metot

### 4.2.1. Araştırma Süresi

Araştırma 23.03.2008-31.06.2008 tarihleri arasında 70 gün süre ile yürütülmüştür.



#### 4.2.2. Araştırma Planı

Üç tekerrürlü ve 5 grup olarak planlanan araştırma için stok tankında adaptasyonları sağlanmış gökkuşağı alabalıklarından ortalama ağırlıkları  $119.20 \pm 0.18$  g olan toplam 450 adet balık rastgele seçilmiş ve 300 lt hacimli araştırma tanklarının her birine 30'ar adet olmak üzere yerleştirilmiştir. Her bir tanka  $4 \text{ Lmin}^{-1}$  lik su verilmiştir.

Araştırma süresince su sıcaklığı, pH (Extech PH100 Exstik pH meter) ve çözülmüş oksijen miktarları (WTW marka portatif oksijenmetre) deneme tanklarından haftalık olarak ölçülmüştür. Ölçümler, her grubun bir tankından sabah yapılarak ortalama alınmıştır.

#### 4.2.3. Rasyonların Hazırlanması

Rasyonları oluşturan kuru yem hammaddeleri  $500 \mu\text{m}$ 'lik bir elek ile elenerek kalın materyallerden arındırılmıştır. Eleme işleminden sonra, kuru hammaddeler ayrı ayrı tartılarak karıştırma işleminin yapıldığı kap içerisinde 10 dakika süre ile karıştırılmıştır. Kuru hammaddeleri karıştırma işlemi bittikten sonra balık yağı ve kanola yağı tartılarak karışıma eklenmiş ve karıştırılmaya devam edilmiştir. Daha sonra kuru hammadde içeriğinin %35'i oranında su ilave edilerek, homojen bir karışım elde etmek için yaklaşık 20 dakika daha karıştırılmaya devam edilmiştir. Karışım homojen hale getirildikten sonra daha iyi karışması için kıyma makinesinden 3 kez geçirilmiş ve 3 mm çapında peletler hazırlanmıştır.

Hazırlanan peletler kurutma dolabında  $55^{\circ}\text{C}$ ' de 6 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutma işleminin sonunda oda sıcaklığına kadar soğutulan pelet yemler balıkların yiyebilecekleri büyüklükte kırılarak, küçük poşetler içerisine konulmuştur. Tüketilen yem miktarını belirlemek için her bir yem poşeti ayrı ayrı 100 g'lık olarak tartılmıştır. Hazırlanan rasyonların tamamı, balık yağlarının okside olma özelliklerinden kaynaklanan bozulmaları önlemek için kullanılabildiği kadar  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir.

#### 4.2.4. Balıkların Yemlenmesi

Balıklar, araştırma süresince 09:00 ve 17:00 saatlerinde olmak üzere günde iki kez görülebilir doygunluk sınırına kadar yemlenmişlerdir. Balıklar yemlendikten sonra poşette kalan yemler tartılarak balıklara verilen günlük yem miktarı hesaplanmıştır. Balıklar yemlenirken bütün balıkların yem almalarına dikkat edilerek yavaş yemleme yapılmıştır.

#### 4.2.5. Balıkların Tartılması

Araştırmada, deneme başında ve sonunda yapılan tartımlarda balıkların bireysel ağırlıkları ve boyları ölçülmüştür.

#### 4.2.6. Büyüme Performansı Parametrelerinin Belirlenmesi

Deneme de elde edilen verilerden, aşağıdaki formüller yardımıyla sonuçlara ulaşılmıştır (Caballero ve ark., 2002; Yiğit ve ark., 2002; Khan ve ark., 2003; Solberg, 2004; Mourente ve ark., 2005; Madrigal ve ark., 2005; Cho ve ark., 2005; Francis ve ark., 2006; Huang ve ark., 2007).

##### 4.2.6.1. Canlı Ağırlık Artışı (CAA) ve Yaşama Oranı (YO)

Deneme süresince balıkların kazandıkları canlı ağırlık artışıdır. Aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

$$CAA (\%) = \{(\text{Deneme sonu vücut ağırlığı (g)} - \text{Deneme başı vücut ağırlığı (g)}) / \text{Deneme başı vücut ağırlığı (g)}\} \times 100$$

$$YO (\%) = (\text{Deneme sonu canlı balık sayısı} / \text{Deneme başı balık sayısı}) \times 100$$

##### 4.2.6.2. Spesifik Büyüme Oranı (SBO)

Spesifik büyüme oranı, gerçek büyüme olarak da bilinen, balığın içinde bulunduğu ortam şartları ile belirlenmiş büyümenin ölçüsü olup, belirli bir zaman aralığı içindeki büyümenin ifadesidir. Balıklarda SBO sabit değildir. Yemleme oranı, balık büyüklüğü ve su sıcaklığı gibi çeşitli faktörlerle etkilenmektedir. Ayrıca SBO, balık büyüklüğünün artması ile azalmaktadır. SBO aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

$$SBO (\%) = \{[\ln(\text{deneme sonu ağırlık (g)}) - \ln(\text{deneme başı ağırlık (g)})] / \text{deneme süresi}\} \times 100$$

##### 4.2.6.3. Oransal Büyüme Oranı (OBO)

Belirli bir dönemdeki büyüme, dönem başındaki boy veya ağırlığın yüzdesi olarak belirtilir. OBO aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

$$\text{OBO (\%)} = (\text{Final ağırlığı (g)} - \text{Başlangıç ağırlığı (g)} / \text{Başlangıç ağırlığı (g)}) \times 100$$

#### 4.2.6.4. Yem Tüketimi (YT)

Deneme süresince balık başına tüketilen yem miktarıdır. Aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

$$\text{YT (g/balık)} = \text{Toplam tüketilen yem miktarı (g)} / \text{Balık sayısı}$$

#### 4.2.6.5. Yem Değerlendirme Sayısı (YDS)

Yem değerlendirme sayısı, büyüme ve beslenme arasındaki ilişkiyi gösterir. Balığa verilen yemin ağırlığa döndürüldüğü verimliliğin bir ölçüsüdür. Aşağıdaki formülle hesaplanmıştır;

$$\text{YDS} = \text{Toplam verilen yem miktarı (g)} / \text{Ağırlık artışı (g)}$$

Yem tüketimi, yemleme oranı, su sıcaklığı ve balık büyüklüğü YDS'yi etkileyen faktörlerdir. Büyüme için optimum sıcaklıklar türlere göre değişiklik gösterir. Alabalıklar için 15°C de maksimum büyüme sağlanırken, 23°C de büyümenin imkansız olduğu bildirilmiştir (Özoğul, 2001).

#### 4.2.6.6. Protein Tüketimi (PT)

Deneme süresince balıkların günlük aldıkları yeme göre tükettikleri protein miktarıdır. Aşağıdaki formülle hesaplanmıştır;

$$\text{PT (g)} = \text{Toplam yem tüketimi (g)} \times \text{Yemdeki ham protein oranı (\%)}$$

#### 4.2.6.7. Protein Değerlendirme Randımanı (PDR)

Protein değerlendirme randımanı, ağırlık kazancının her birim tüketilen proteine oranıdır ve tek bir denemede protein kaynaklarını karşılaştırmak için kullanılan bir yöntemdir. PDR aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

$$\text{PDR} = \text{Ağırlık kazancı (g)} / \text{Toplam protein tüketimi (g)}$$

#### 4.2.6.8. Balık Vücutunda Tutulan Protein (BTP)

Deneme süresince balık vücutunda tutulan protein miktarıdır. Aşağıdaki formülle hesaplanmıştır;

$$\text{BTP (\%)} = \frac{[(\text{Herbir tanktaki balık vücutundaki ham protein (\%)} \times \text{Final ortalama vücut ağı. (g)}) - (\text{Balık vücutundaki ham protein (\%)} \times \text{Başlangıç ortalama vücut ağı. (g)})]}{100}$$

#### 4.2.6.9. Görülebilir Net Protein Verimliliği (GNPV)

Aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

$$\text{GNPV (\%)} = \frac{[(\text{Final ortalama ağı. (g)} \times \text{Herbir tanktaki balık vücutundaki ham protein (\%)} - (\text{Başlangıç ortalama ağı. (g)} \times \text{balık vücutundaki ham protein (\%)})]}{[(\text{Toplam yem tüketimi (g)} / \text{balık sayısı}) \times \text{Yemdeki ham protein (\%)})]} \times 100$$

#### 4.2.7. Hepatosomatik İndeks (HSI), Viserosomatik İndeks (VSI) ve Karkas Randımanı (KR) Değerlerinin Belirlenmesi

Hepatosomatik İndeks, Viserosomatik İndeks ve Karkas Randımanı değerlerini belirlemek için, deneme başında 5 ve deneme sonunda her bir tekerrürden 5'er adet balık örnek olarak alınmıştır. Örnek olarak alınan balıkların vücut ağırlıkları tartıldıktan sonra HSI değerini tespit etmek için, karaciğer çıkarılarak tartılmış ve aşağıdaki formülle HSI hesaplanmıştır (Caballero ve ark., 2002; Regost ve ark., 2003; Mourente ve ark., 2005; Montero ve ark., 2005; Francis ve ark., 2006);

$$\text{HSI (\%)} = \frac{[\text{Karaciğer ağırlığı (g)}]}{[\text{Toplam vücut ağırlığı (g)}]} \times 100$$

VSI değerini belirlemek için, örnek olarak alınan balıkların tüm iç organları çıkarılarak tartılmış ve aşağıdaki formülle hesaplama yapılmıştır;

$$\text{VSI (\%)} = \frac{[\text{İç organ ağırlığı (g)}]}{[\text{Toplam vücut ağırlığı (g)}]} \times 100$$

HSI ve VSI değerlerini belirlemek için iç organları uzaklaştırılmış olan örneklerden, deri, kılçık, yüzgeç ve baş kısmı ayrılarak, geriye kalan ve temizlenmiş

balık ağırlığı olarak ifade edilen et dokusu tartılarak aşağıdaki formülle karkas randımanı belirlenmiştir;

$$\mathbf{KR (\%)} = (\text{Temizlenmiş balık ağırlığı (g)} / \text{Toplam balık ağırlığı (g)}) \times 100$$

#### 4.2.8. Kimyasal Analizler

10 haftalık deneme süresi sonunda, tüm vücut besin madde bileşenlerinin analizi (HP, HY, HK, HS, KM) için her bir tanktan 10'ar adet balık en az acı çekecek şekilde öldürülerek etleri homojenizatörde homojen hale getirilip, analizler yapılana kadar -20°C'de saklanmıştır.

Yağ asidi miktarlarının belirlenmesi için balıklar öldürüldükten hemen sonra Bligh and Dyer (HANSON and OLLEY, 1963) yöntemine göre yağları çıkarılmış, çıkarılan yağlar Mustafa Kemal Üniversitesi'ne gönderilerek yağ asitleri analizleri yaptırılmıştır. Her gruptan alınan belirli bir miktar balık eti olası aksiliklere karşı tekrar yağ asidi analizi yapılabilmesi için -80°C de derin dondurucularda saklanmıştır.

##### 4.2.8.1. Kuru Madde Analizi

Kuru madde tayini Ludorff ve Meyer (1973)'e göre yapılmıştır. 2 g örnek, daha önceden kurutulup darası alınan kurutma kaplarına konulmuştur. 105°C'ye ayarlı kurutma dolabında 8 saat süre ile kurutma işlemine devam edilmiş, sabit tartıma gelen örnekler desikatörde soğutulmuş ve aşağıdaki eşitliğe göre kuru madde miktarı % olarak hesaplanmıştır.

$$\mathbf{Kuru Madde (\%)} = (\text{Daralı kuru madde (g)} - \text{Dara (g)} / \text{Daralı örnek (g)} - \text{Dara (g)}) \times 100$$

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

$$\mathbf{Nitrojensiz Öz Madde (NÖM)} = 100 - (\% \text{Ham Protein} + \% \text{Ham Yağ} + \% \text{Ham Kül} + \% \text{Ham Selüloz})$$

#### 4.2.8.2. Ham Protein Analizi

Ham protein analizleri Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır (AOAC, 1980). Bu yöntemde göre balık eti için 1 g örnek, yem için 0.5 g örnek tartılıp, üzerine K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve CuSO<sub>4</sub> karışımından oluşan katalizörden 5-6 g ve derişik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'dan 15 ml ilave edilmiştir. Tüpler yakma ünitesine yerleştirildikten sonra, 420 °C'de 1 saat süreyle yakılmışlardır. Yakma işlemleri bittikten sonra, soğutulan tüplere 50 ml saf su ve 75 ml %33'lük NaOH ilave edilerek, destilasyon ünitesinde yaklaşık 100 ml destilat elde edilene kadar 12 dakika destilasyon işlemine devam edilmiştir. Elde edilen destilat üzerine 2-3 damla metil kırmızısı damlatılarak, 0.1 N HCl ile titre edilmiş, harcanan çözelti kaydedilerek aşağıdaki formüle göre ham protein miktarı % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ham Protein(\%)} = (\text{Titasyonda harcanan HCl miktarı (ml)} \times 0.0014 \times 6.25 / \text{Örnek miktarı (g)}) \times 100$$

#### 4.2.8.3. Ham Yağ Analizi

Ham yağ miktarının belirlenmesi için, 1-2 g örnek K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile nemi alındıktan sonra bir kartuşa konulmuştur. Kartuş, saksolet cihazına yerleştirilip, daha önceden kurutulup darası alınan balona sabitlenmiştir. Üzerine 1.5 kez sifon yapacak şekilde susuz saf eter ilave edilerek, 60-70°C'de 6-7 saat beklenmiş ve en az 6 kez sifon yapması sağlanmıştır. Daha sonra 105°C kurutma dolabında 1 saat kurutulan balonların son tartımları yapılarak, aşağıdaki formüle göre ham yağ miktarı % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 1980).

$$\text{Ham yağ (\%)} = (\text{Balon son tartım (g)} - \text{Balon dara (g)}) / \text{Örnek miktarı (g)} \times 100$$

#### 4.2.8.4. Ham Kül Analizi

Darası belli olan porselen kroze içerisine 1 g örnek konularak, 550°C'ye ayarlı kül fırınında 5-6 saat yakılmıştır. Süre sonunda fırından çıkarılan ve desikatörde soğutulan örnekler tekrar tartılmış, aşağıdaki formüle göre ham kül miktarı % olarak belirlenmiştir (Anonim, 1984).

$$\text{Ham Kül (\%)} = (\text{Daralı kül (g)} - \text{Dara (g)} / \text{Daralı örnek (g)} - \text{Dara (g)}) \times 100$$

#### 4.2.8.5. Ham Selüloz Analizi

1-2 g örnek tartılarak 500 ml'lik beher içine alınmış ve üzerine 100 ml %1.25'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilerek geri soğutucu düzene yerleştirilen beher alttan ısıtılmıştır. Beher içeriği kaynamaya başladıktan sonra 30 dk daha kaynatılmış ve süre sonunda kaynamayı durdurmadan behere 10 ml %28'lik potasyum hidroksit ilave edilerek 30 dk daha kaynatılmıştır. Süre sonunda bir miktar saf su ilave edilerek kaynama durdurulmuş ve beher ısıtıcıdan alınmıştır.

Kaynaması durmuş olan beher içeriği nuçe erlenine takılı olan gosh kroze içine boşaltılarak sıcak saf su ile birkaç kez süzölmüştür. Daha sonra krozeyle sırasıyla 10 ml %1'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> , %1'lik NaOH ve %1'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konularak her defasında iki kez sıcak saf su ile yıkanmıştır. Son olarak kroze iki kez aseton ile yıkanmış ve erlenden ayrılarak 105°C de 1 saat kurutulmuştur. Kurutulan kroze tartılarak 30 dk kül fırınında yakılmış ve soğutulup tartıldıktan sonra aşağıdaki formüle göre ham selüloz oranı % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 1980).

$$\text{Ham Selüloz (\%)} = (\text{A(g)} - \text{B(g)} / \text{Örnek (g)}) \times 100$$

A= Yakmadan önceki kroze ağırlığı (g)

B= Yakmadan sonraki kroze ağırlığı (g)

#### 4.2.8.6. Yağ Asitleri Analizi

Modifiye edilmiş Bligh and Dyer (HANSON ve OLLEY, 1963) metoduna göre yağları çıkarılan örneklerden yaklaşık 30-40 mg yağ vida kapaklı cam şişelere tartıldıktan sonra üzerine 2 ml 0.5 M metanolik NaOH ilave edilerek üzeri azot gazı ile doldurulup, ısıtma blokunda 115°C de 7 dakika süre ile kaynatılmıştır. Tüpler soğutulduktan sonra üzerine 1.5 ml %14'lük metanolik BF<sub>3</sub> ilave edilip 115°C de 5 dakika kaynatılıp, soğutulan numune üzerine 2 ml Iso-octan ve 4 ml doymuş tuz çözeltisi ilave edilmiştir. Vorteks ile karıştırılıp, üst tabaka viale (2 veya 4 ml hacmindeki) gaz kromatografisine (GC) enjekte edilmiştir.

#### **4.2.9. İstatistiksel Değerlendirme**

Deneme gruplarından elde edilen verilerin normalite testleri Anderson-Darling normalite testi ile, grupların varyanslarının eşitliği Levene's testi ile kontrol edildikten sonra gruplar arasında farklılık olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Yaşama oranı ile ilgili veriler arc-sin transformasyonu yapılarak normalitesi kontrol edilmiştir. İstatistiksel analizlerde Minitab 13.0 paket programı kullanılmıştır.

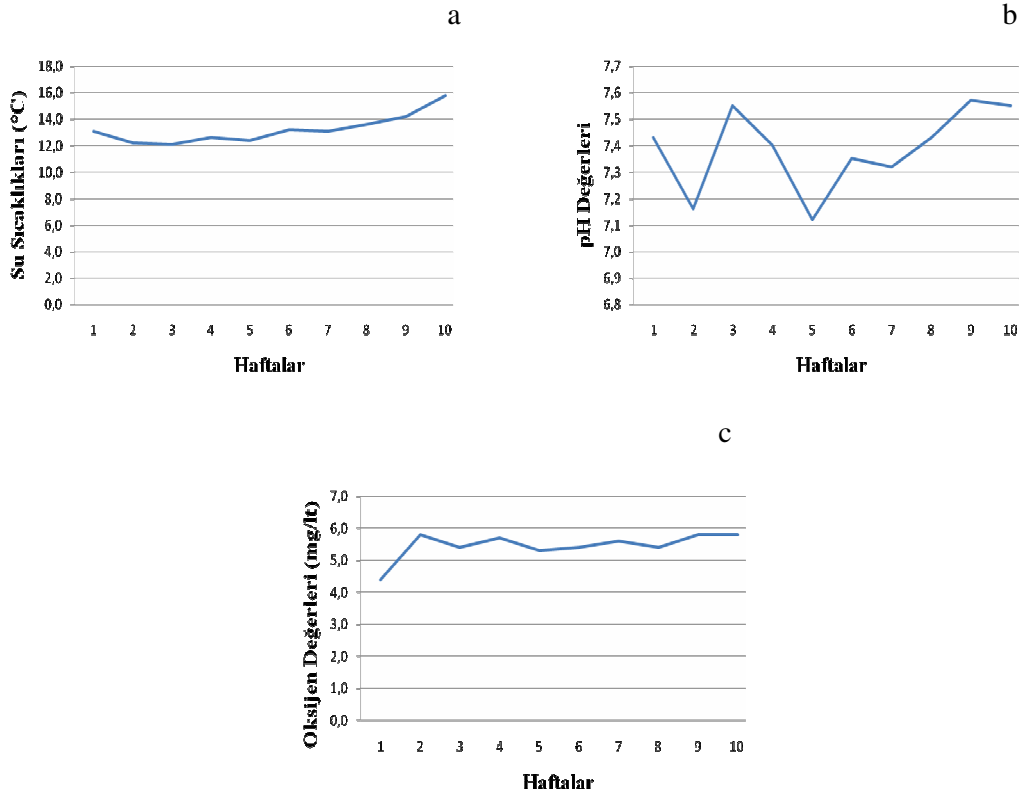


## 5. BULGULAR

Yapılan bu çalışma ile farklı oranlarda kanola yağı ilave edilmiş yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalığının büyüme parametreleri, kimyasal kompozisyonu ve yağ asidi miktarları araştırılmıştır.

### 5.1. Su Sıcaklıkları, pH ve Oksijen Değerlerine İlişkin Bulgular

Ortalama su sıcaklığı, pH ve oksijen değerleri ölçülen haftalık değerlerin ortalaması alınarak belirlenmiştir. Su sıcaklığı, pH ve oksijen miktarı ortalama olarak sırasıyla  $13.2\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ ,  $7.39\pm 0.05$  ve  $5.46\pm 0.13\text{mg/l}$  olarak saptanmıştır. Araştırma süresince ölçülen su sıcaklıkları, pH değerleri ve oksijen değerleri Şekil 5.1.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1.1. Araştırma süresince belirlenen haftalık su sıcaklığı ( $^{\circ}\text{C}$ , a), pH (b) ve oksijen (mg/l, c) değerleri

## 5.2. Büyüme Performansı ve Yaşama Oranına İlişkin Bulgular

Deneme başı ve sonunda grupların ortalama canlı ağırlıkları, canlı ağırlık artışları (CAA,%), spesifik büyüme oranları (SBO,%), oransal büyüme oranları (OBO,%) ve yaşama oranlarına (YO) ilişkin bulgular Çizelge 5.2.1’de verilmiştir.

Deneme grupları arasında CAA, SBO, OBO ve YO açısından istatistiksel olarak farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ). Yaşama oranı KY50 hariç tüm gruplarda %100 olarak saptanmıştır. Bu gruptaki ölümler yem veya hastalık kaynaklı olmayıp, deneme tanklarından birine giden su borusunun tıkanıp suyun kesilmesinden dolayı meydana gelmiştir.

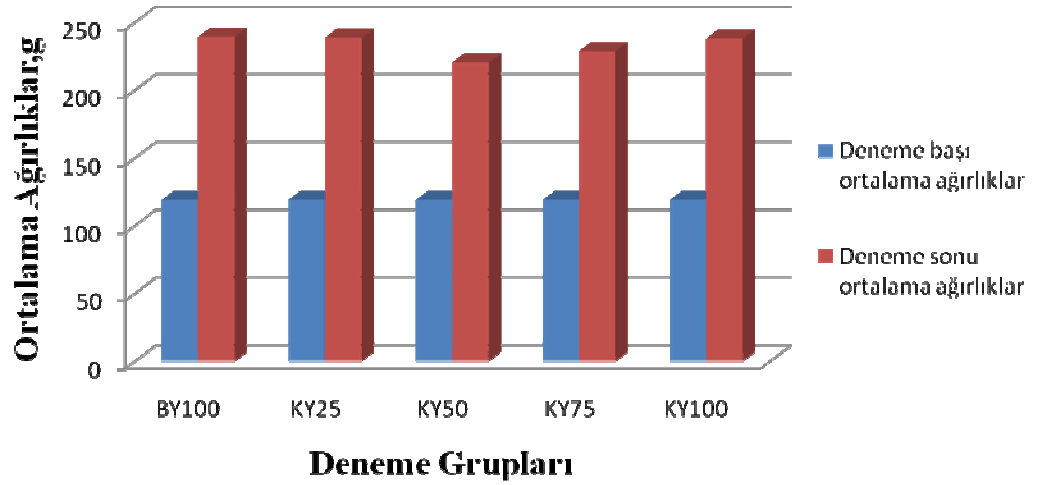
Çizelge 5.2.1. Deneme gruplarında büyüme parametreleri

Deneme Grupları	Canlı Ağırlıklar (g)		CAA	SBO	OBO	YO
	Deneme Başı	Deneme Sonu	(%)	(%)	(%)	(%)
<b>BY100</b>	119.00±0.33 <sup>a</sup>	239.39±3.06 <sup>a</sup>	139.39±3.06 <sup>a</sup>	0.99±0.02 <sup>a</sup>	99.65±2.33 <sup>a</sup>	100.00 <sup>a</sup>
<b>KY25</b>	119.33±0.58 <sup>a</sup>	238.80±10.11 <sup>a</sup>	138.80±10.11 <sup>a</sup>	0.98±0.05 <sup>a</sup>	98.01±6.36 <sup>a</sup>	100.00 <sup>a</sup>
<b>KY50</b>	119.00±0.33 <sup>a</sup>	220.41±8.83 <sup>a</sup>	120.41±8.83 <sup>a</sup>	0.87±0.06 <sup>a</sup>	81.83±7.52 <sup>a</sup>	93.33 <sup>a</sup>
<b>KY75</b>	119.33±0.00 <sup>a</sup>	228.72±4.03 <sup>a</sup>	128.72±4.03 <sup>a</sup>	0.93±0.03 <sup>a</sup>	91.56±3.35 <sup>a</sup>	100.00 <sup>a</sup>
<b>KY100</b>	119.00±0.67 <sup>a</sup>	238.08±0.96 <sup>a</sup>	138.08±0.96 <sup>a</sup>	0.99±0.14 <sup>a</sup>	99.40±1.99 <sup>a</sup>	100.00 <sup>a</sup>

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

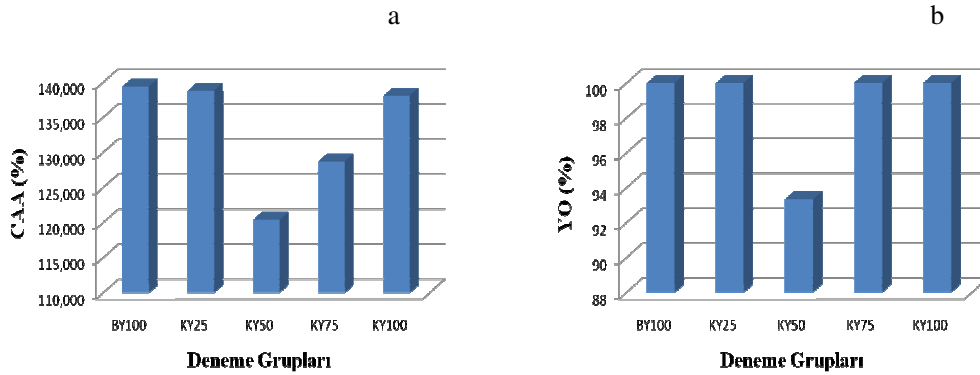
Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P<0.05$ ).

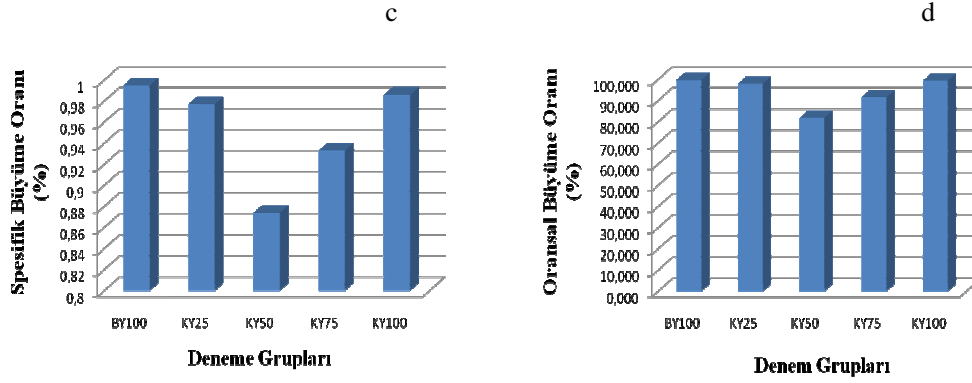
Deneme başında canlı ağırlıklar 119.00±0.00 g ile 119.00±0.67 g arasında değişmiş ve deneme sonunda en yüksek ortalama canlı ağırlık 239.39±3.06 g ile BY100 grubundan elde edilmiş olup, bunu KY25 (238.80±10.11 g), KY100 (238.08±0.96 g), KY75 (228.72±4.03 g) izlemiş ve en düşük ortalama vücut ağırlığı KY50 (220.41±8.83 g)’den elde edilmiş (Şekil 5.2.1), ancak aradaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ).



Şekil 5.2.1. Deneme gruplarının deneme başı ve deneme sonu ortalama canlı ağırlıkları (g)

Canlı ağırlık artışı (CAA, %) değerleri bakımından elde edilen sonuçlara göre en yüksek CAA BY100 grubundan ( $139.39 \pm 3.06$ ), en düşük CAA ise KY50 grubundan ( $120.41 \pm 8.83$ ) elde edilmiştir. Spesifik büyüme oranı ve oransal büyüme oranlarında bu sıralama değişerek, BY100 ( $0.99 \pm 0.02$  g ve  $99.65 \pm 2.33$  g) ilk sırayı alırken, KY100 ( $0.99 \pm 0.14$  g ve  $99.40 \pm 1.99$  g) ikinci sırada yer almıştır. Daha sonra bu grupları sırasıyla KY25 ( $0.98 \pm 0.05$  g ve  $98.01 \pm 6.36$  g), KY75 ( $0.93 \pm 0.03$  g ve  $91.56 \pm 3.35$  g) ve KY50 ( $0.87 \pm 0.06$  g ve  $81.83 \pm 7.52$  g) takip etmiştir (Çizelge 5.2.1 ve Şekil 5.2.2 a, b, c, d).





Şekil 5.2.2. Deneme gruplarının canlı ağırlık artışı (CAA, %, a), yaşama oranı (YO, %, b), spesifik büyüme oranları (SBO, %, c) ve oransal büyüme oranları (OBO, %, d).

### 5.3. Toplam Yem Tüketimi, Yem Tüketimi (YT, g/balık) ve Yem Değerlendirme Sayısına (YDS) İlişkin Bulgular

Çizelge 5.3.1’de deneme sonunda gruplardan elde edilen toplam yem tüketimi, balık başına yem tüketimi ve YDS gösterilmiştir. Bitkisel yağ kaynağı olarak kanola yağının kullanıldığı KY25, KY50, KY75 ve KY100 gruplarında ve balık yağının kullanıldığı kontrol grubunda (BY100) yem tüketimi üzerine istatistiki olarak yağ kaynaklarının herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Deneme sonunda toplam yem tüketiminde (Şekil 5.3.1a) ve balık başına yem tüketiminde (Şekil 5.3.1b) az miktarlarda azalmalar veya artmalar olsa da bu durumun istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ).

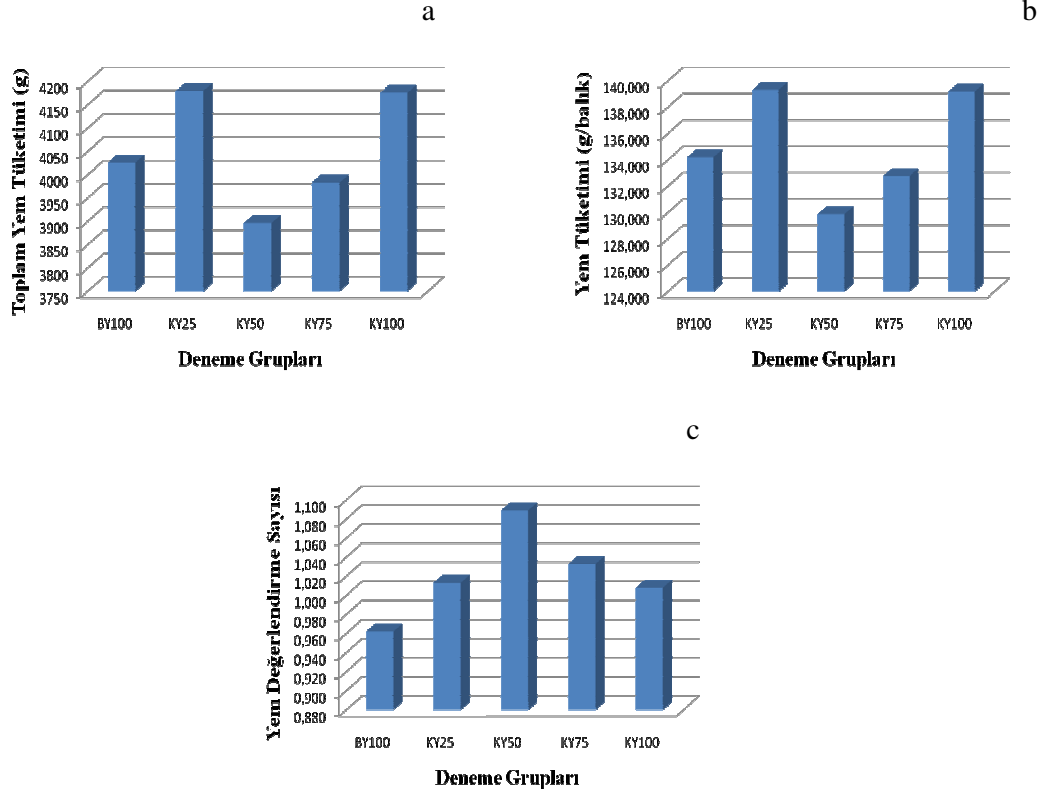
Çizelge 5.3.1. Deneme gruplarından elde edilen toplam yem tüketimi (g), balık başına yem tüketimi (YT,g/balık) ve yem değerlendirme sayıları (YDS)

Deneme Grupları	Toplam Yem Tüketimi (g)	YT (g/balık)	YDS
BY100	4025.66±162.43 <sup>a</sup>	134.19±5.41 <sup>a</sup>	0.96±0.02 <sup>a</sup>
KY25	4179.42±46.63 <sup>a</sup>	139.31±1.55 <sup>a</sup>	1.01±0.06 <sup>a</sup>
KY50	3896.25±72.01 <sup>a</sup>	129.88±2.40 <sup>a</sup>	1.09±0.07 <sup>a</sup>
KY75	3982.84±82.87 <sup>a</sup>	132.76±2.76 <sup>a</sup>	1.03±0.03 <sup>a</sup>
KY100	4175.63±38.42 <sup>a</sup>	139.19±1.28 <sup>a</sup>	1.01±0.01 <sup>a</sup>

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P<0.05$ ).

Deneme sonunda, gruplardan elde edilen en yüksek yem tüketimi KY25 (139.31±1.55) ve KY100 (139.19±1.28) gruplarında, en düşük yem tüketimi ise KY50 (129.88±2.40) grubunda görülmüştür (Şekil 5.3.1b).



Şekil 5.3.1. Gruplardan elde edilen toplam yem tüketimi (g, a), balık başına yem tüketimi (YT, g/balık, b) ve yem değerlendirme sayıları (YDS, c)

Deneme sonunda en iyi yem tüketimi KY25 ve KY100 gruplarında tespit edilmiş olsa da, en iyi yem değerlendirme sayısı BY100 (0.96±0.02) grubunda tespit edilmiştir. En düşük yem değerlendirme sayısı ise 1.09±0.07 ile KY50 grubunda belirlenmiştir (Şekil 5.3.1c).

#### 5.4. Protein Tüketimi ve Protein Değerlendirme Randımanına İlişkin Bulgular

Araştırma sonunda, deneme yemleri ile beslenen gruplar arasında elde edilen protein tüketimi (PT), protein değerlendirme randımanı (PDR), balık vücudunda tutulan protein (BTP) ve görülebilir net protein verimliliği (GNPV) Çizelge 5.4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.4.1. Gruplarda elde edilen protein tüketimi (PT, g), protein değerlendirme randımanı (PDR), balık vücudunda tutulan protein (BTP, g/balık) ve görülebilir net protein verimliliği (GNPV,%)

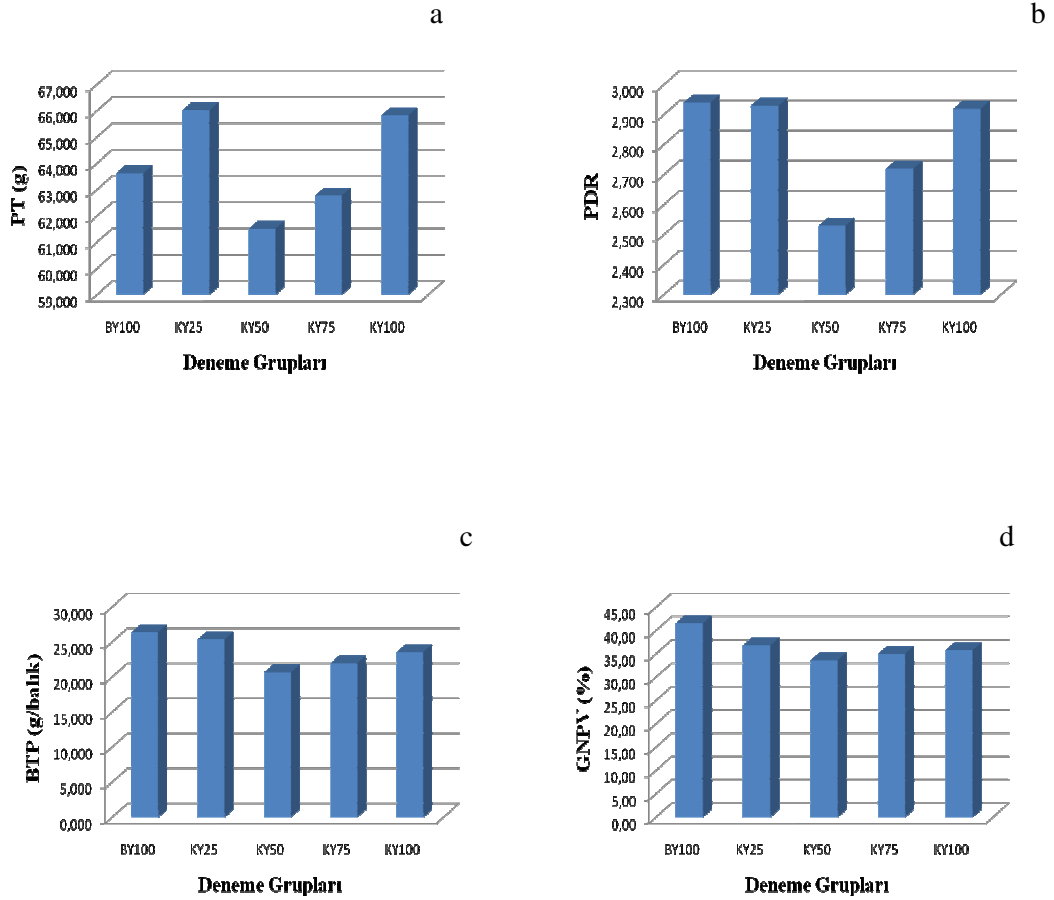
Deneme Grupları	PT (g)	PDR	BTP (g/balık)	GNPV (%)
<b>BY100</b>	63.63±2.63 <sup>a</sup>	2.94±0.06 <sup>a</sup>	26.39±0.79 <sup>a</sup>	41.57±0.46 <sup>b</sup>
<b>KY25</b>	66.03±0.76 <sup>a</sup>	2.93±0.21 <sup>a</sup>	25.38±2.57 <sup>a</sup>	36.85±2.79 <sup>ab</sup>
<b>KY50</b>	61.52±1.11 <sup>a</sup>	2.53±0.19 <sup>a</sup>	20.67±1.11 <sup>a</sup>	33.64±1.74 <sup>a</sup>
<b>KY75</b>	62.78±1.31 <sup>a</sup>	2.72±0.09 <sup>a</sup>	21.97±1.00 <sup>a</sup>	35.01±1.36 <sup>ab</sup>
<b>KY100</b>	65.83±0.61 <sup>a</sup>	2.92±0.02 <sup>a</sup>	23.57±0.83 <sup>a</sup>	35.79±1.01 <sup>ab</sup>

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Araştırma sonunda yapılan istatistiksel analizler sonucunda PT, PDR ve BTP oranlarının denemede kullanılan yem kaynağından etkilenmediği ve aralarındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir (p>0.05) (Çizelge 5.4.1. ve Şekil 5.4.1.a,b,c,d).

Deneme sonunda, gruplardan elde edilen görülebilir net protein verimliliği (GNPV) BY100 grubunda en yüksek, KY50 grubunda ise en düşük oranda belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda BY100 ve KY50 arasındaki farkın önemli (p<0.05), diğer gruplar arasındaki farkın ise önemsiz olduğu (p>0.05) tespit edilmiştir (Şekil 5.4.1.d).



Şekil 5.4.1. Gruplardan elde edilen Protein tüketimi (PT, g/balık, a), Protein değerlendirme randımanı (PDR, b), Balık vücudunda tutulan protein (BTP, g/balık, c) ve Görülebilir net protein verimliliği (GNPV, %, d).

### 5.5. Hepatosomatik İndeks (HSI), Viserosomatik İndeks (VSI) ve Karkas Randımanına (KR) İlişkin Bulgular

Deneme başı ve sonunda elde edilen HSI, VSI ve KR değerlerine ilişkin bulgular Çizelge 5.5.1'de gösterilmiştir.

Deneme başında HSI tüm gruplar için  $1.04 \pm 0.04$  olarak saptanırken, deneme sonunda HSI değerleri incelendiğinde gruplar arasında önemli bir fark ( $p > 0.05$ ) bulunmadığı tespit edilmiştir. Deneme sonunda en yüksek HSI  $0.91 \pm 0.13$  ile KY50 grubunda gözlemlenirken en düşük HSI ise  $0.79 \pm 0.06$  ile BY100 grubundan elde edilmiştir (Çizelge 5.5.1 ve Şekil 5.5.1.a). Deneme başında yüksek olan HSI değerinin, deneme sonunda tüm gruplarda azaldığı görülmüştür.

Çizelge 5.5.1. Gruplardan elde edilen ortalama hepatosomatik indeks (HSI), viserosomatik indeks (VSI) ve karkas randımanı (KR)

<b>Deneme</b>	<b>HSI</b>	<b>VSI</b>	<b>KR</b>
<b>Grupları</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>
<b>Deneme başı</b>	1.04±0.04 <sup>a</sup>	11.99±0.49 <sup>a</sup>	42.35±1.46 <sup>a</sup>
<b>BY100</b>	0.79±0.06 <sup>a</sup>	10.03±0.69 <sup>a</sup>	49.78±0.77 <sup>b</sup>
<b>KY25</b>	0.83±0.091 <sup>a</sup>	9.89±0.37 <sup>a</sup>	51.94±0.58 <sup>b</sup>
<b>KY50</b>	0.91±0.13 <sup>a</sup>	10.38±0.22 <sup>a</sup>	51.20±1.21 <sup>b</sup>
<b>KY75</b>	0.80±0.01 <sup>a</sup>	10.17±0.68 <sup>a</sup>	51.29±0.87 <sup>b</sup>
<b>KY100</b>	0.88±0.08 <sup>a</sup>	10.48±0.34 <sup>a</sup>	53.09±0.23 <sup>b</sup>

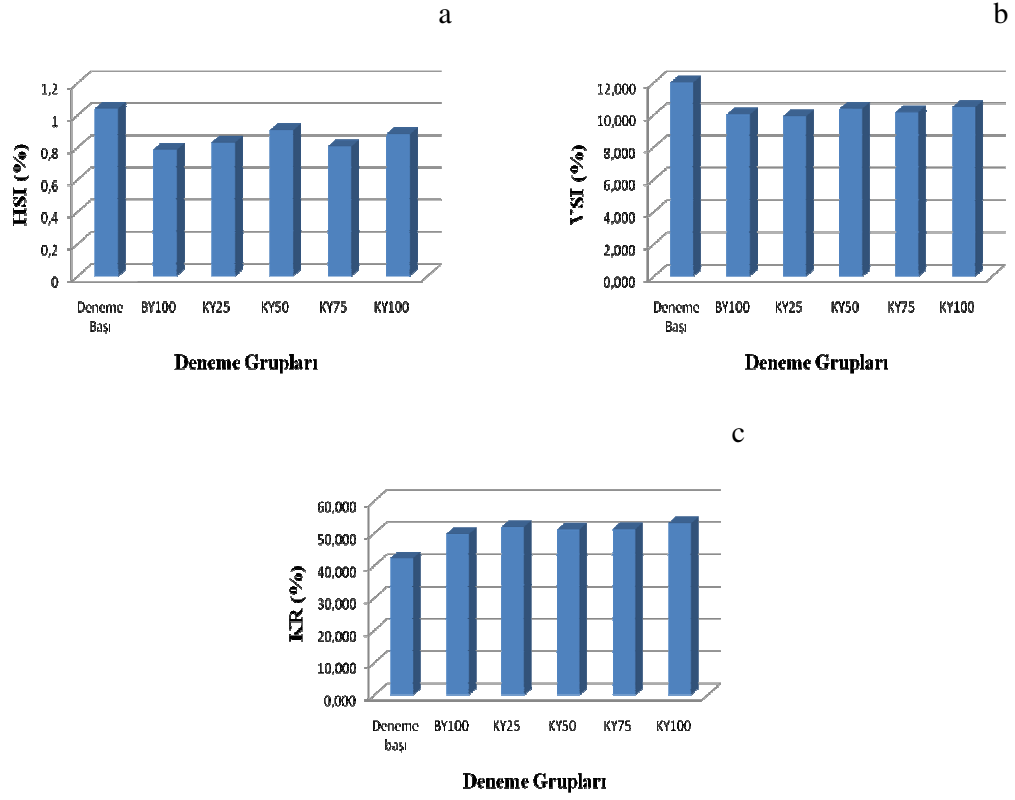
Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Deneme başında ortalama 11.99±0.49 olan VSI değeri deneme sonunda BY100, KY25, KY50 KY75 ve KY100'de sırasıyla, 10.03±0.69, 9.90±0.37, 10.38±0.22, 10.168±0.68 ve 10.48±0.34 olarak bulunmuş (Çizelge 5.5.1 ve Şekil 5.5.1.b) ve elde edilen değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Deneme başında karkas randımanı (KR), % 42.35±1.46 olarak saptanırken, deneme sonunda BY100, KY25, KY50 KY75 ve KY100 için bu değerler sırasıyla, % 49.78±0.77, 51.94±0.58, 51.20±1.21, 51.29±0.87 ve 53.09±0.23 olarak saptanmış olup, elde edilen değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05). (Çizelge 5.5.1 ve Şekil 5.5.1.c).





Şekil 5.5.1. Deneme başında ve sonunda gruplardan elde edilen HSI (a), VSI (b) ve KR (c) değerleri (%).

### 5.6. Vücut Kompozisyonu Değerlerine İlişkin Bulgular

Araştırmada, deneme başında ve deneme sonunda balık etinden alınan örneklerde belirlenen nem, ham protein (HP), ham yağ (HY), ham kül (HK) ve ham selüloz (HS) oranları Çizelge 5.6.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.6.1. Gökkuşuğu alabalığının deneme başı ve deneme sonu kimyasal kompozisyonu (yaş madde)

Deneme Grupları	Nem (%)	HP (%)	HY (%)	HK (%)	HS (%)
<b>Başlangıç</b>	75.81±0.12 <sup>c</sup>	18.91±0.16 <sup>a</sup>	2.11±0.04 <sup>a</sup>	1.23±0.02 <sup>a</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>
<b>BY100</b>	74.43±0.04 <sup>b</sup>	21.44±0.19 <sup>c</sup>	3.96±0.18 <sup>bc</sup>	1.49±0.03 <sup>b</sup>	0.08±0.00 <sup>b</sup>
<b>KY25</b>	73.80±0.13 <sup>a</sup>	20.33±0.18 <sup>b</sup>	3.99±0.23 <sup>bc</sup>	1.46±0.06 <sup>b</sup>	0.09±0.00 <sup>bc</sup>
<b>KY50</b>	74.40±0.05 <sup>b</sup>	20.62±0.29 <sup>b</sup>	3.09±0.37 <sup>bc</sup>	1.41±0.02 <sup>b</sup>	0.11±0.01 <sup>c</sup>
<b>KY75</b>	74.09±0.05 <sup>ab</sup>	20.02±0.12 <sup>b</sup>	4.42±0.39 <sup>c</sup>	1.45±0.04 <sup>b</sup>	0.16±0.01 <sup>d</sup>
<b>KY100</b>	74.31±0.05 <sup>b</sup>	19.84±0.21 <sup>b</sup>	3.90±0.11 <sup>b</sup>	1.43±0.01 <sup>b</sup>	0.19±0.01 <sup>c</sup>

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Deneme yemleri ile beslenen gruplar arasındaki nem oranlarına bakıldığında, deneme başı ile tüm gruplar, KY25 ile BY100, KY50 ve KY100 grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli (p<0.05), BY100, KY50, KY75 ve KY100 grupları arasındaki farkın ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir (p>0.05) (Çizelge 5.6.1 ve Şekil 5.6.1.a).

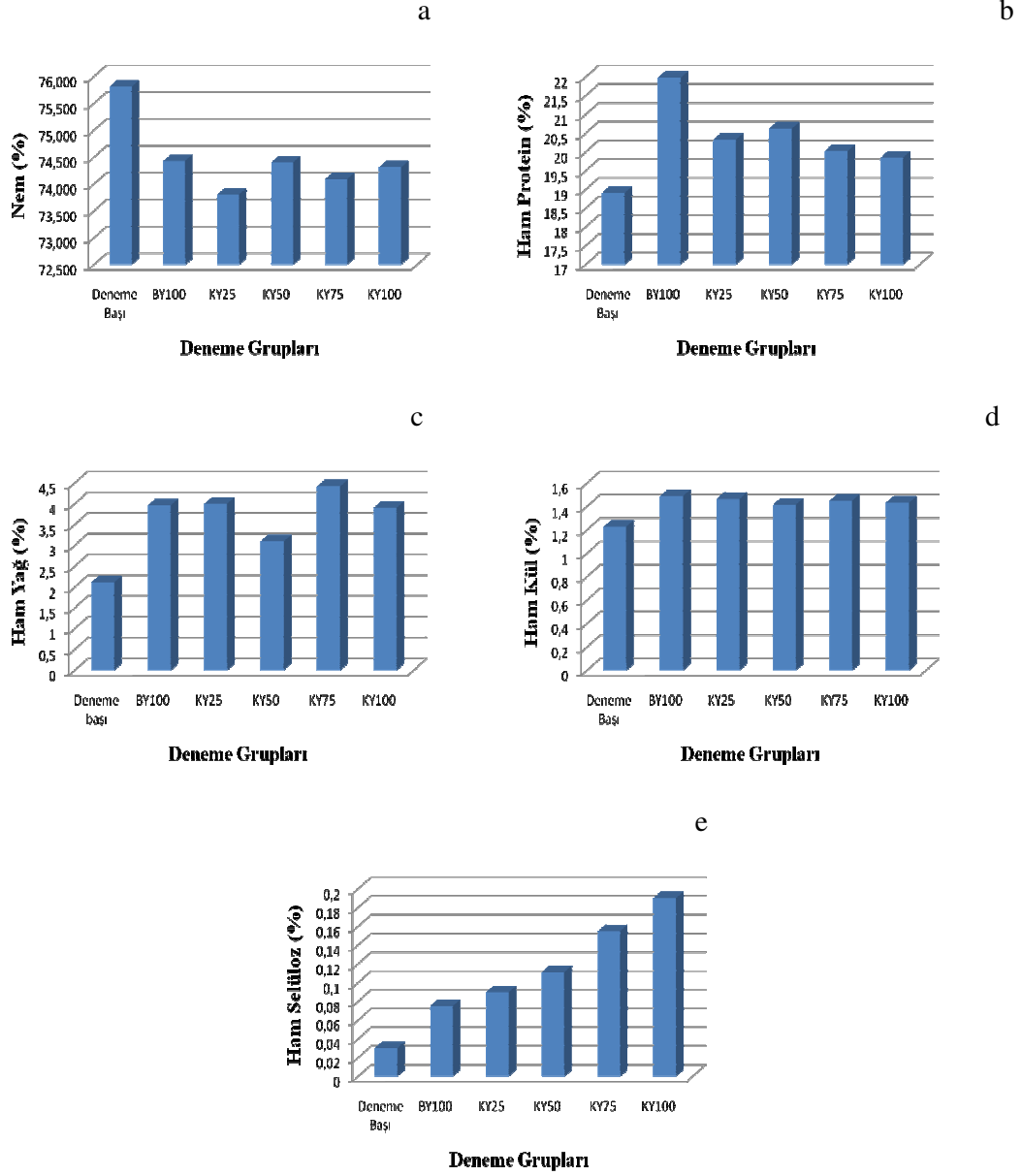
Deneme sonunda balık etindeki HP oranları incelendiğinde, deneme grupları arasında en yüksek HP oranı BY100 (21.43±0.10) grubunda, en düşük HP oranı ise KY100 (19.84±0.21) grubunda tespit edilmiştir. Deneme başı ile tüm gruplar, BY100 grubu ile KY25, KY50, KY75 ve KY100 grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli (p<0.05), KY25, KY50, KY75 ve KY100 grupları arasındaki farkın ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir (p>0.05) (Çizelge 5.6.1 ve Şekil 5.6.1.b)

Deneme sonunda en yüksek HY oranı KY75 (4.42±0.40) grubunda, en düşük HY oranı ise KY50 (3.09±0.37) grubunda tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda deneme başı ile tüm gruplar ve KY75 ile KY100 grupları arasındaki farkın önemli (p<0.05), BY100, KY25, KY50 ve KY100 grupları arasındaki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir (p>0.05) (Çizelge 5.6.1 ve Şekil 5.6.1.c).

Balık etindeki HK oranları incelendiğinde, deneme başı ile tüm gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli (p<0.05), deneme grupları arasındaki farkın ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir (p>0.05) (Çizelge 5.6.1 ve Şekil 5.6.1.d).

Balık etindeki HS oranı, en yüksek KY100 (0.190±0.003) grubunda, en düşük HS deneme başında (0.03±0.01) belirlenmiştir. Rasyonlara ilave edilen bitkisel yağ oranlarına paralel olarak balık etindeki HS oranı da artış göstermiştir. Yapılan

istatistiksel analiz sonucunda KY25 ile BY100 ve KY50 grupları hariç, deneme başı, KY75 ve KY100 grupları arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 5.6.1 ve Şekil 5.6.1.e).



Şekil 5.6.1. Gökkuşağı alabalığının deneme başı ve sonunda nem (a), ham protein (HP, b), ham yağ (HY, c), ham kül (HK, d) ve ham selüloz (HS, e) oranları (%).

## 5.7. Yağ Asitleri Kompozisyonuna İlişkin Bulgular

### 5.7.1. Toplam Doymuş Yağ Asitleri (SAFA) Değerlerine İlişkin Bulgular

Çizelge 5.7.1.1’de deneme yemlerinde belirlenen toplam doymuş yağ asitleri (SAFA) miktarları (%) gösterilmiştir. Deneme sonunda, farklı oranlarda kanola yağı ilave edilerek hazırlanmış yemler ile balık yağı içeren kontrol yeminin yağ asitleri kompozisyonlarını inceleyip ortalama SAFA miktarlarına baktığımızda, en fazla bulunan yağ asidinin palmitik asit (C16:0) olduğu ve bunu sırasıyla miristik asit (C14:0), stearik asit (C18:0), araşidik asit (C20:0) ve diğer yağ asitlerinin takip ettiği tespit edilmiştir.

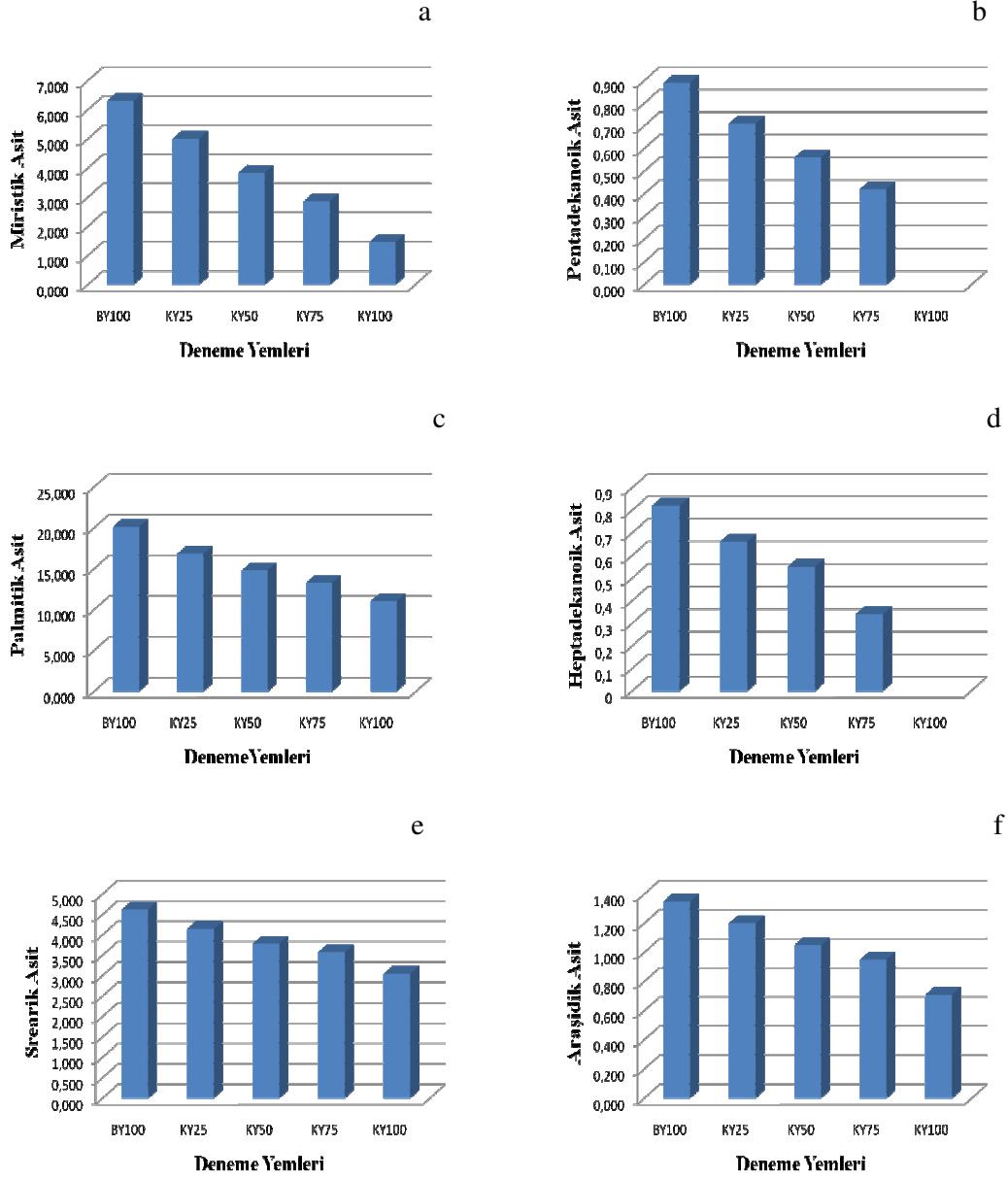
Çizelge 5.7.1.1. Deneme yemlerinde toplam doymuş yağ asitleri (SAFA) miktarları (%)

Yağ Asidi	Deneme Yemleri				
	BY100	KY25	KY50	KY75	KY100
<b>C14:0</b>	6.31±0.01 <sup>c</sup>	5.01±0.14 <sup>d</sup>	3.83±0.05 <sup>c</sup>	2.86±0.05 <sup>b</sup>	1.45±0.02 <sup>a</sup>
<b>C15:0</b>	0.89±0.02 <sup>d</sup>	0.71±0.02 <sup>c</sup>	0.56±0.01 <sup>b</sup>	0.42±0.00 <sup>a</sup>	-
<b>C16:0</b>	20.14±0.42 <sup>e</sup>	16.85±0.49 <sup>d</sup>	14.79±0.31 <sup>c</sup>	13.29±0.05 <sup>b</sup>	11.03±0.09 <sup>a</sup>
<b>C17:0</b>	0.82±0.01 <sup>d</sup>	0.66±0.02 <sup>c</sup>	0.55±0.01 <sup>b</sup>	0.34±0.04 <sup>a</sup>	-
<b>C18:0</b>	4.62±0.08 <sup>d</sup>	4.15±0.09 <sup>c</sup>	3.78±0.04 <sup>b</sup>	3.57±0.00 <sup>b</sup>	3.05±0.09 <sup>a</sup>
<b>C20:0</b>	1.35±0.05 <sup>d</sup>	1.20±0.04 <sup>cd</sup>	1.05±0.06 <sup>bc</sup>	0.95±0.02 <sup>b</sup>	0.71±0.01 <sup>a</sup>
<b>C22:0</b>	-	0.11±0.11	-	-	-
<b>C23:0</b>	-	0.07±0.07 <sup>a</sup>	0.193±0.098 <sup>a</sup>	-	-
<b>C24:0</b>	-	-	0.080±0.080	-	-
<b>ΣSAFA</b>	<b>34.12±0.51<sup>e</sup></b>	<b>28.75±0.49<sup>d</sup></b>	<b>24.84±0.28<sup>c</sup></b>	<b>21.44±0.06<sup>b</sup></b>	<b>16.25±0.38<sup>a</sup></b>

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

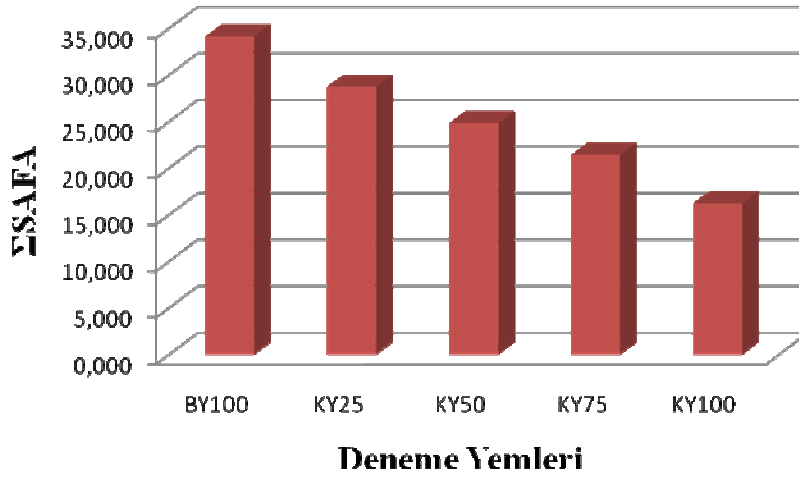
Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda deneme yemlerinde miristik asit, palmitik asit, ve stearik asit miktarlarında önemli değişimler tespit edilmiştir (p<0.05). En yüksek miristik, palmitik, stearik asit ve araşidik asit miktarları BY100 yeminde en düşük ise KY100 yeminde tespit edilmiştir (Çizelge 5.7.1.1).



Şekil 5.7.1.1. Deneme yemlerinde Miristik asit (C14:0, a), Pentadekanoik asit (C15:0, b), Palmitik asit (C16:0, c), Heptadekanoik asit (C17:0, d), Stearik asit (C18:0, e) ve Araşidik asit (C20:0, f) miktarları.

Deneme yemlerindeki toplam SAFA dağılımları sırasıyla BY100'de %34.12±0.51, KY25'de %28.76±0.49, KY50'de %24.84±0.28, KY75'de %21.44±0.06 ve KY100'de %16.28±0.38 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiksel analizler sonucunda aralarındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).



Şekil 5.7.1.2. Deneme yemlerinde toplam SAFA dağılımı (%)

Çizelge 5.7.1.2'de deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında SAFA miktarları gösterilmiştir. Deneme sonunda, deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarının SAFA miktarları incelendiğinde, deneme yemleri ile paralellik göstererek baskın halde bulunan yağ asitlerinin miristik asit, palmitik asit ve stearik asit olduğu tespit edilmiştir. Deneme yemlerinde sadece KY50 yeminde lignoserik asit (C24:0)'e rastlanılmışken (Çizelge 5.7.1.1), balık etlerinde tüm gruplarda bu yağ asitine rastlanmıştır, aralarındaki farklılığın BY100 ve KY100 grupları hariç önemsiz olduğu tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ) (Çizelge 5.7.1.2).

Çizelge 5.7.1.2. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında toplam doymuş yağ asitleri (SAFA) miktarları (%)

Yağ Asidi	Deneme Grupları				
	BY100	KY25	KY50	KY75	KY100
<b>C14:0</b>	4.79±0.07 <sup>a</sup>	3.93±0.03 <sup>a</sup>	3.38±0.21 <sup>a</sup>	2.66±0.06 <sup>a</sup>	3.57±1.38 <sup>a</sup>
<b>C15:0</b>	0.68±0.01 <sup>a</sup>	0.55±0.02 <sup>a</sup>	0.49±0.02 <sup>a</sup>	0.39±0.00 <sup>a</sup>	0.51±0.17 <sup>a</sup>
<b>C16:0</b>	18.41±0.36 <sup>a</sup>	17.14±0.40 <sup>a</sup>	17.30±0.29 <sup>a</sup>	15.94±0.27 <sup>a</sup>	15.98±1.65 <sup>a</sup>
<b>C17:0</b>	0.58±0.09 <sup>a</sup>	0.43±0.057 <sup>a</sup>	0.11±0.11 <sup>a</sup>	0.28±0.05 <sup>a</sup>	0.39±0.24 <sup>a</sup>
<b>C18:0</b>	4.54±0.19 <sup>a</sup>	4.27±0.09 <sup>a</sup>	4.33±0.14 <sup>a</sup>	4.34±0.15 <sup>a</sup>	4.22±0.16 <sup>a</sup>
<b>C20:0</b>	0.72±0.03 <sup>a</sup>	0.57±0.02 <sup>a</sup>	0.55±0.04 <sup>a</sup>	0.46±0.02 <sup>a</sup>	0.77±0.25 <sup>a</sup>
<b>C22:0</b>	-	-	-	-	0.71±0.71 <sup>a</sup>
<b>C23:0</b>	0.30±0.04 <sup>a</sup>	0.28±0.17 <sup>a</sup>	0.09±0.09 <sup>a</sup>	0.29±0.19 <sup>a</sup>	0.12±0.12 <sup>a</sup>
<b>C24:0</b>	1.55±0.06 <sup>b</sup>	0.86±0.43 <sup>ab</sup>	1.12±0.03 <sup>ab</sup>	0.79±0.03 <sup>ab</sup>	0.42±0.21 <sup>a</sup>
<b>ΣSAFA</b>	<b>31.56±0.77<sup>a</sup></b>	<b>28.03±0.19<sup>a</sup></b>	<b>27.36±0.52<sup>a</sup></b>	<b>25.07±0.31<sup>a</sup></b>	<b>26.70±3.64<sup>a</sup></b>

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

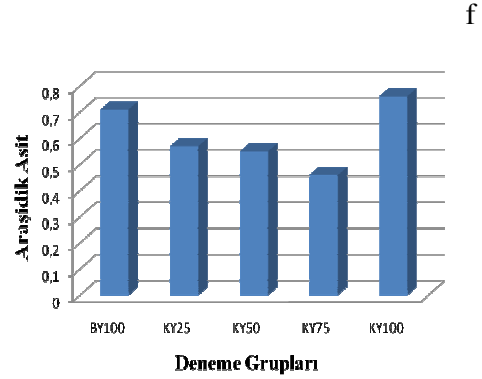
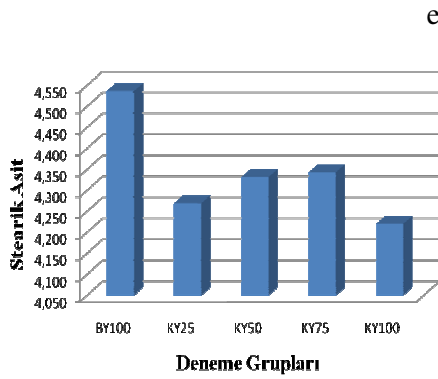
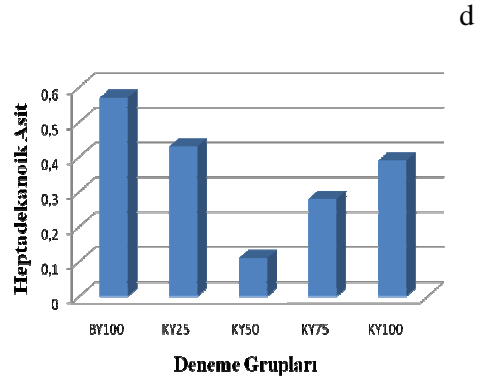
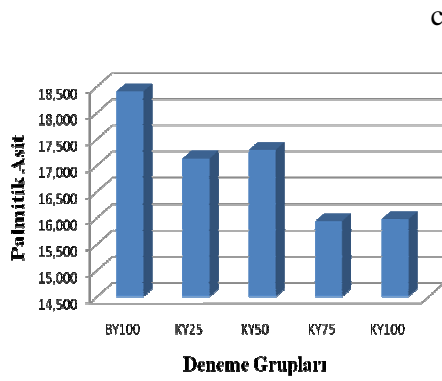
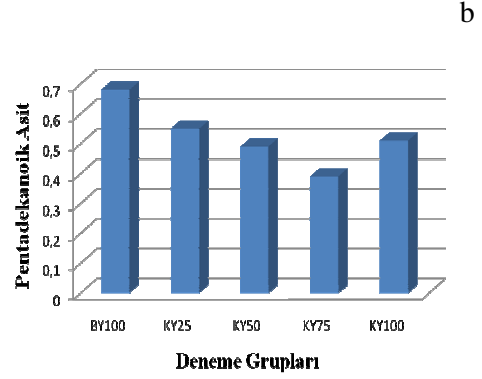
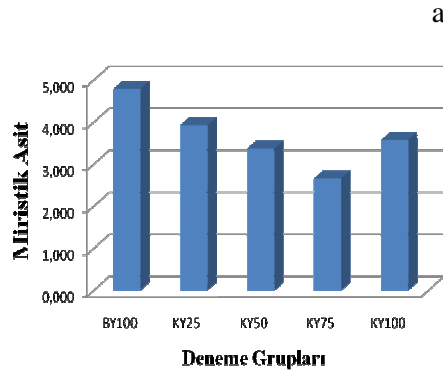
Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Balık etindeki SAFA miktarlarına baktığımızda, Miristik asit bütün gruplarda deneme yemlerine göre paralellik göstermiş, deneme yemlerinde en düşük miristik asit KY100 yeminde tespit edilmişken, balık etinde KY75 grubunda tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda ise bütün gruplar arasında önemli farklar olmadığı belirlenmiştir (p>0.05). Şekil 5.7.1.3.a'da deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında Miristik asit (C14:0) miktarları gösterilmiştir.

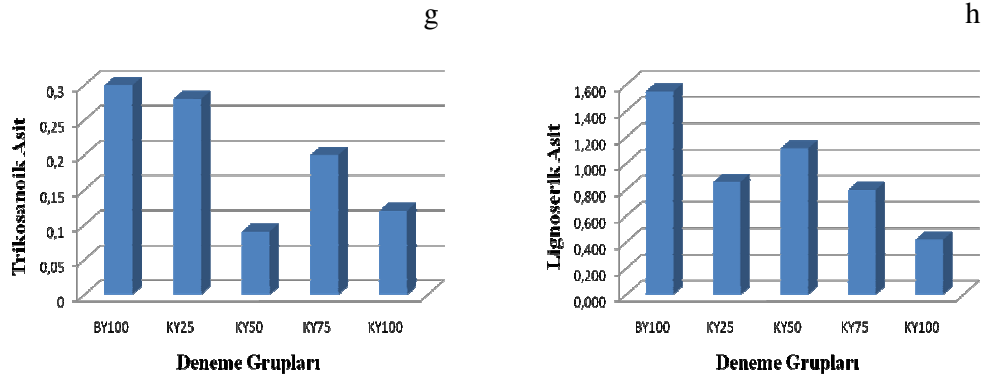
Deneme yemleri ile beslenen alabalıklarda, toplam doymuş yağ asitleri içinde en yüksek oranda tespit edilen palmitik asit miktarları incelendiğinde, deneme yemleri ile paralellik göstermediği, en yüksek C16:0 BY100 (%18.41±0.36) grubunda, en düşük C16:0 ise KY75 (%15.94±0.27) grubunda bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.7.1.2 ve Şekil 5.7.1.3.c). C16:0 değerlerine göre deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0.05).

Stearik asit miktarları sırasıyla; BY100; %4.54±0.12, KY75; %4.34±0.10, KY25; %4.27±0.08, KY100; %4.22±0.05 ve KY50; %4.15±0.12 olarak tespit edilmiş (Çizelge 5.7.1.2), yapılan istatistiksel analizler sonucunda ise aralarındaki farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0.05). Şekil 5.7.1.3.e'de deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında stearik asit miktarları verilmiştir.

Balık etlerinde tespit edilen lignoserik asit (C24:0), en yüksek BY100 grubunda (%1.55±0.06), en düşük KY100 grubunda (%0.42±0.21) bulunmuştur. BY100 ve KY100 grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 5.7.1.2 ve Şekil 5.7.1.4.h).

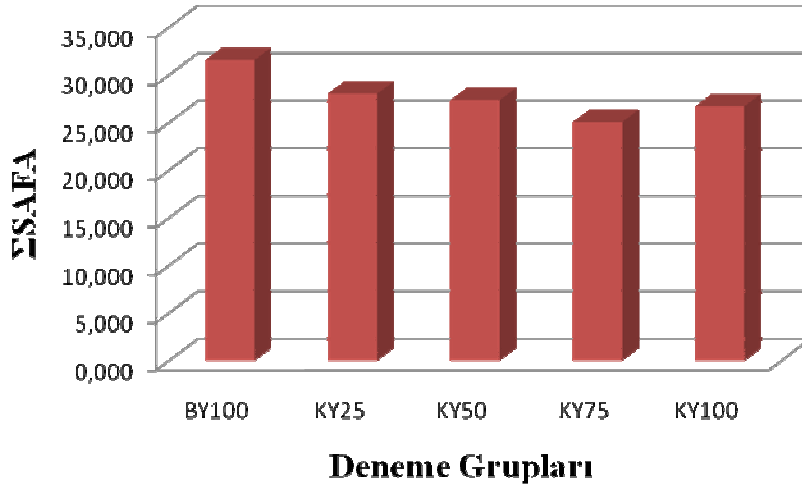






Şekil 5.7.1.3. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında; Miristik asit (C14:0, a) Pentadekanoik asit (C15:0, b), Palmitik asit (C16:0, c), Heptadekanoik asit (C17:0, d), Stearik asit (C18:0, e), Araşidik asit (C20:0, f), Trikonanoik asit (C23:0, g) ve Lignoserik asit (C24:0, h) miktarları.

Araştırma sonunda, balık etlerindeki toplam SAFA dağılımına baktığımızda en yüksek  $31.56 \pm 0.77$  ile BY100 grubunda bulunurken en düşük  $25.07 \pm 0.31$  ile KY75 grubundan elde edilmiştir ( $p > 0.05$ ) (Çizelge 5.7.1.2 ve Şekil 5.7.1.4).



Şekil 5.7.1.4. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında toplam SAFA dağılımı (%)

### 5.7.2. Toplam Tekli Doymamış Yağ Asitleri (MUFA) Değerlerine İlişkin Bulgular

Deneme yemlerinde, toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarı ortalama olarak en yüksek KY100 yeminde, en düşük ise BY100 yeminde belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda tüm deneme yemlerinde MUFA ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 5.7.2.1).

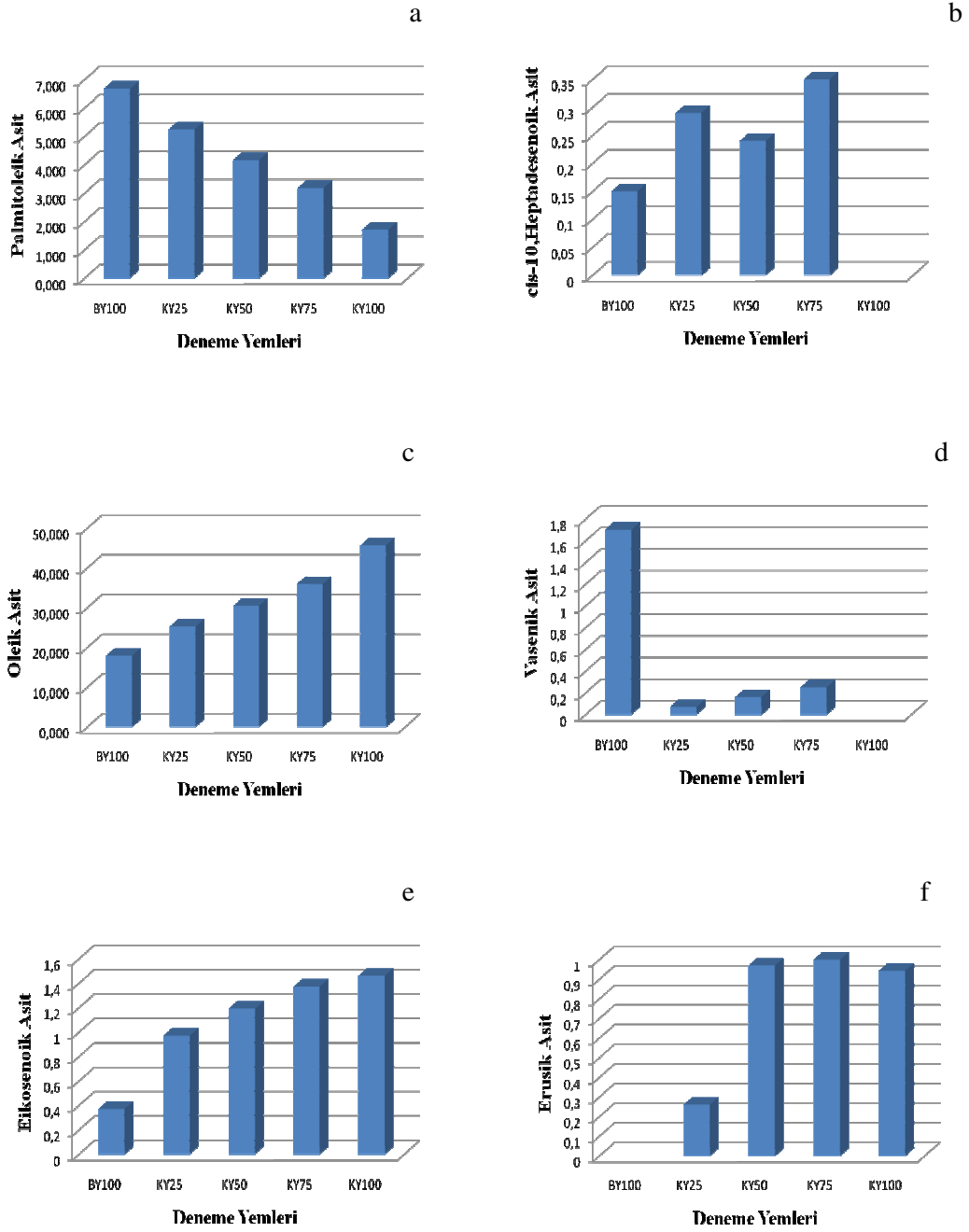
Çizelge 5.7.2.1. Deneme yemlerinde toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarları (%)

Yağ Asidi	Deneme Yemleri				
	BY100	KY25	KY50	KY75	KY100
<b>C14:1</b>	-	0.07±0.07 <sup>a</sup>	0.11±0.06 <sup>a</sup>	-	-
<b>C16:1ω7</b>	6.68±0.04 <sup>c</sup>	5.24±0.05 <sup>d</sup>	4.16±0.07 <sup>c</sup>	3.18±0.10 <sup>b</sup>	1.71±0.04 <sup>a</sup>
<b>C16:1ω9</b>	-	0.07±0.07 <sup>a</sup>	0.13±0.063 <sup>a</sup>	-	-
<b>C17:1ω10</b>	0.15±0.015 <sup>a</sup>	0.29±0.14 <sup>a</sup>	0.24±0.12 <sup>a</sup>	0.47±0.03 <sup>a</sup>	-
<b>C18:1ω9</b>	17.93±0.49 <sup>a</sup>	25.23±0.70 <sup>b</sup>	30.44±0.85 <sup>c</sup>	35.89±0.37 <sup>d</sup>	45.63±0.41 <sup>e</sup>
<b>C18:1ω7</b>	1.70±0.85 <sup>a</sup>	0.07±0.07 <sup>a</sup>	0.16±0.08 <sup>a</sup>	0.25±0.00 <sup>a</sup>	-
<b>C20:1</b>	0.37±0.19 <sup>a</sup>	0.97±0.17 <sup>b</sup>	1.19±0.06 <sup>b</sup>	1.37±0.01 <sup>b</sup>	1.46±0.04 <sup>b</sup>
<b>C22:1ω9</b>	-	0.26±0.15 <sup>a</sup>	0.97±0.06 <sup>b</sup>	1.00±0.03 <sup>b</sup>	0.94±0.02 <sup>b</sup>
<b>ΣMUFA</b>	<b>26.83±0.47<sup>a</sup></b>	<b>32.19±0.24<sup>b</sup></b>	<b>37.40±0.42<sup>c</sup></b>	<b>42.34±0.11<sup>d</sup></b>	<b>49.74±0.34<sup>e</sup></b>

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

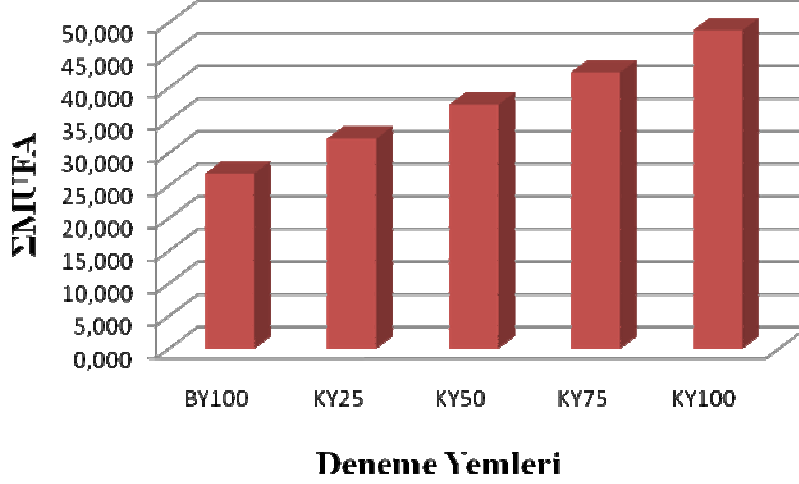
Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P<0.05$ ).

Deneme yemlerinde tespit edilen en yüksek MUFA'lar, oleik (C18:1ω9) ve palmitoleik asit (C16:1ω7)'tir. Palmitoleik asit miktarı en yüksek BY100 yeminde, en düşük KY100 yeminde tespit edilmiştir. Bunun tam tersi olarak oleik asit miktarları en yüksek KY100 yeminde, en düşük BY100 yeminde belirlenmiştir. Tüm deneme yemlerindeki palmitoleik ve oleik asit miktarları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 5.7.2.1).



Şekil 5.7.2.1. Deneme yemlerinde; Palmitoleik asit (C16:1 $\omega$ 7, a), cis-10, Heptadesenoik asit (C17:1 $\omega$ 10, b), Oleik asit (C18:1 $\omega$ 9, c), Vasenik asit (C18:1 $\omega$ 7, d), Eikosenoik asit (C20:1, e) ve Erusik asit (C22:1 $\omega$ 9, f) miktarları.

Şekil 5.7.2.2’de deneme yemlerinde tespit edilen toplam MUFA dağılımı gösterilmiştir. Deneme yemlerinde toplam MUFA dağılımına baktığımızda, en fazla KY100 yeminde en az BY100 yeminde olduğu tespit edilmiştir. Tüm deneme yemlerinde yapılan istatistiksel analiz sonucunda aralarındaki farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 5.7.2.1).



Şekil 5.7.2.2. Deneme yemlerinde toplam MUFA dağılımı (%)

Çizelge 5.7.2.2’de deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında tespit edilen toplam MUFA miktarları gösterilmiştir. Araştırma sonunda, balık etlerindeki toplam MUFA miktarlarına göre oleik asit en fazla bulunan yağ asidi olarak belirlenmiş, bunu palmitoleik asit ve eikosenoik asit takip etmiştir ( $p>0.05$ ).

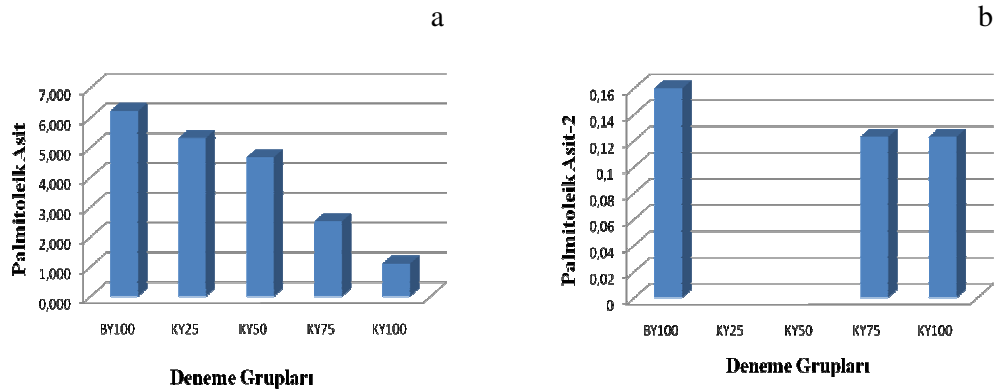
Çizelge 5.7.2.2. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarları (%)

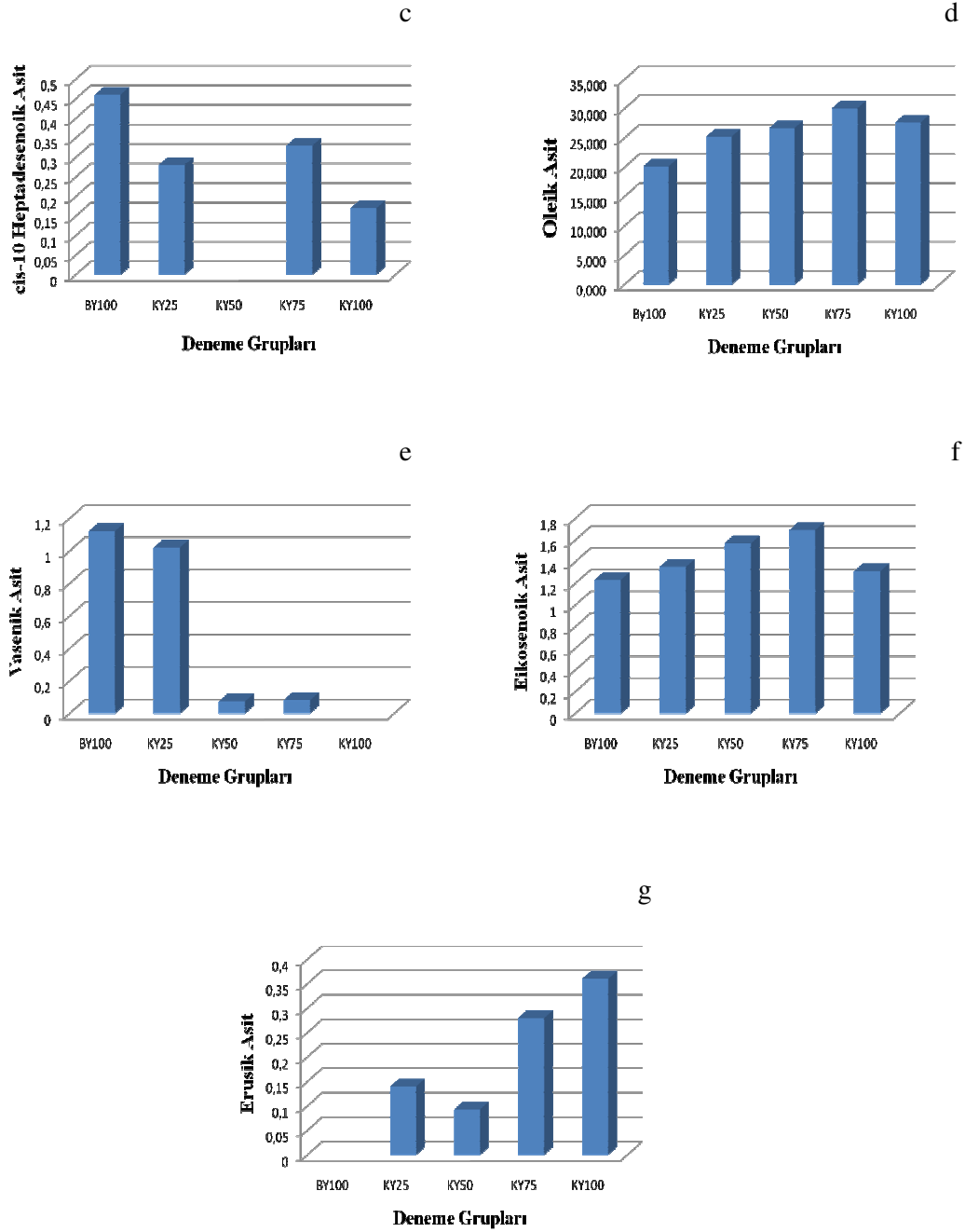
Yağ Asidi	Deneme Grupları				
	BY100	KY25	KY50	KY75	KY100
<b>C14:1</b>	0.07±0.07 <sup>a</sup>	-	-	-	0.09±0.09 <sup>a</sup>
<b>C16:1ω7</b>	6.23±0.24 <sup>a</sup>	5.32±0.17 <sup>a</sup>	4.67±0.44 <sup>a</sup>	3.88±0.09 <sup>a</sup>	3.33±1.92 <sup>a</sup>
<b>C16:1ω9</b>	0.16±0.08 <sup>a</sup>	-	-	0.12±0.12 <sup>a</sup>	0.12±0.12 <sup>a</sup>
<b>C17:1ω10</b>	0.46±0.03 <sup>a</sup>	0.28±0.14 <sup>a</sup>	-	0.33±0.01 <sup>a</sup>	0.17±0.17 <sup>a</sup>
<b>C18:1ω9</b>	20.09±1.26 <sup>a</sup>	25.18±1.23 <sup>a</sup>	26.62±0.84 <sup>a</sup>	30.03±0.97 <sup>a</sup>	27.59±4.59 <sup>a</sup>
<b>C18:1ω7</b>	1.12±0.88 <sup>a</sup>	1.02±1.02 <sup>a</sup>	0.07±0.07 <sup>a</sup>	0.08±0.08 <sup>a</sup>	-
<b>C20:1</b>	1.23±0.05 <sup>a</sup>	1.35±0.13 <sup>a</sup>	1.57±0.25 <sup>a</sup>	1.69±0.09 <sup>a</sup>	1.31±0.41 <sup>a</sup>
<b>C20:1ω9</b>	0.13±0.07	-	-	-	-
<b>C22:1ω9</b>	-	0.14±0.07 <sup>a</sup>	0.09±0.09 <sup>a</sup>	0.28±0.15 <sup>a</sup>	0.36±0.18 <sup>a</sup>
<b>ΣMUFA</b>	<b>29.50±0.70<sup>a</sup></b>	<b>33.29±0.27<sup>a</sup></b>	<b>33.03±1.48<sup>a</sup></b>	<b>34.72±1.02<sup>a</sup></b>	<b>32.98±3.43<sup>a</sup></b>

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Balık etinde belirlenen palmitoleik asit (C16:1ω7) miktarına baktığımızda deneme yemleri ile paralellik gösterdiği, aralarındaki farklılığın istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir (p<0.05) (Çizelge 5.7.2.2 ve Şekil 5.7.2.3.a), palmitoleik asit-2 (C16:1ω9) ise KY25 ve KY50 grupları hariç, BY100, KY75 ve KY100 gruplarında eser miktarlarda tespit edilmiştir (p>0.05) (Şekil 5.7.2.3.b).

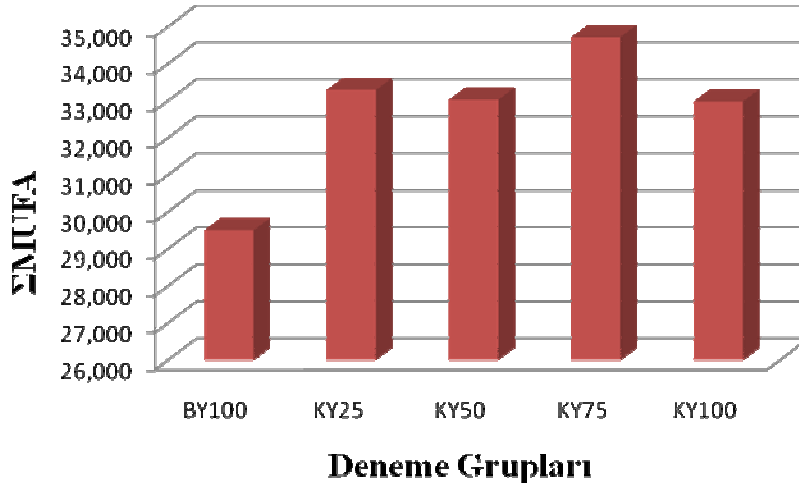




Şekil 5.7.2.3. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında; Palmitoleik asit (C16:1ω 7, a), Palmitoleik asit-2 (C16:1ω 9, b), cis-10 Heptadesenoik asit (C17:1ω10, c), Oleik asit (C18:1ω9, d), Vasenik asit (C18:1ω7, e), Eikosenoik asit (C20:1, f) ve Erusik asit (C22:1ω9, g) miktarları.

Deneme sonunda balık etinde tespit edilen oleik asit miktarı deneme yemlerinin aksine en yüksek KY75 (%30.032±0.748) grubunda belirlenmiştir. Balık etinde tespit edilen diğer MUFA'lar, cis-10 heptadesenoik asit (C17:1ω10), vassenik asit (C18:1ω7), eikosenoik asit (C20:1) ve erusik asittir (C22:1ω9) (p>0.05) (Şekil 5.7.2.4.c.d.e.f.g).

Şekil 5.7.2.4'de deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında belirlenen toplam MUFA dağılımı (%) gösterilmiştir. Araştırma sonunda, deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında toplam MUFA miktarı en yüksek KY100 (%49.74±0.34) grubunda en düşük ise BY100 (%26.83±0.47) grubunda tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda ΣMUFA miktarları bakımından deneme yemleri arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0.05).



Şekil 5.7.2.4. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında toplam MUFA dağılımı (%)

### 5.7.3. Toplam Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (PUFA) Değerlerine İlişkin Bulgular

Çizelge 5.7.3.1'de deneme yemlerinde toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarları (%) gösterilmiştir. Araştırma sonunda, deneme yemlerindeki ortalama PUFA dağılımlarına göre C18:2ω6 en fazla bulunan yağ asidi olarak belirlenmiş, bunu sırasıyla C22:6ω3, C20:5 ve C18:3ω3 takip etmiştir. Tespit edilen diğer yağ asitleri ile aralarındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.05).

Çizelge 5.7.3.1. Deneme yemlerinde toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarları (%)

Yağ Asidi	Deneme Yemleri				
	BY100	KY25	KY50	KY75	KY100
<b>C16:2ω4</b>	0.10±0.10 <sup>a</sup>	0.15±0.08 <sup>a</sup>	0.12±0.06 <sup>a</sup>	0.17±0.05 <sup>a</sup>	-
<b>C16:4ω1</b>	-	0.06±0.06 <sup>a</sup>	0.10±0.05 <sup>a</sup>	0.30±0.15 <sup>a</sup>	-
<b>C18:2ω6</b>	7.31±0.15 <sup>a</sup>	9.99±0.20 <sup>b</sup>	12.67±0.18 <sup>c</sup>	15.22±0.13 <sup>d</sup>	19.39±0.10 <sup>e</sup>
<b>C18:3ω6</b>	-	0.11±0.11 <sup>a</sup>	0.20±0.10 <sup>a</sup>	0.26±0.01 <sup>a</sup>	-
<b>C18:3ω3</b>	1.29±0.10 <sup>a</sup>	2.58±0.02 <sup>b</sup>	3.73±0.07 <sup>c</sup>	4.76±0.06 <sup>d</sup>	5.91±0.15 <sup>e</sup>
<b>C18:4ω3</b>	1.39±0.02 <sup>d</sup>	1.08±0.01 <sup>c</sup>	0.87±0.04 <sup>b</sup>	0.59±0.01 <sup>b</sup>	0.23±0.12 <sup>a</sup>
<b>C20:2</b>	-	0.06±0.06 <sup>a</sup>	0.14±0.07 <sup>a</sup>	0.18±0.02 <sup>a</sup>	-
<b>C20:3ω6</b>	-	0.21±0.21 <sup>a</sup>	0.20±0.20 <sup>a</sup>	-	-
<b>C20:4ω6</b>	0.83±0.01 <sup>a</sup>	0.44±0.22 <sup>a</sup>	0.36±0.18 <sup>a</sup>	0.50±0.02 <sup>a</sup>	0.26±0.16 <sup>a</sup>
<b>C20:3ω3</b>	0.31±0.16 <sup>a</sup>	0.36±0.01 <sup>a</sup>	0.32±0.03 <sup>a</sup>	0.28±0.04 <sup>a</sup>	-
<b>C20:5</b>	9.26±0.30 <sup>e</sup>	7.29±0.02 <sup>d</sup>	5.49±0.07 <sup>c</sup>	4.18±0.03 <sup>b</sup>	2.32±0.06 <sup>a</sup>
<b>C22:4</b>	0.19±0.19 <sup>a</sup>	0.29±0.15 <sup>a</sup>	0.37±0.02 <sup>a</sup>	0.24±0.02 <sup>a</sup>	-
<b>C22:5ω3</b>	0.81±0.057 <sup>b</sup>	0.66±0.03 <sup>b</sup>	0.57±0.08 <sup>b</sup>	0.38±0.03 <sup>a</sup>	-
<b>C22:6ω3</b>	16.61±0.83 <sup>c</sup>	14.49±0.06 <sup>d</sup>	10.97±0.09 <sup>c</sup>	8.85±0.10 <sup>b</sup>	5.91±0.11 <sup>a</sup>
<b>ΣPUFA</b>	<b>38.11±0.69<sup>c</sup></b>	<b>37.79±0.27<sup>c</sup></b>	<b>36.11±0.14<sup>b</sup></b>	<b>35.92±0.21<sup>b</sup></b>	<b>34.02±0.12<sup>a</sup></b>

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

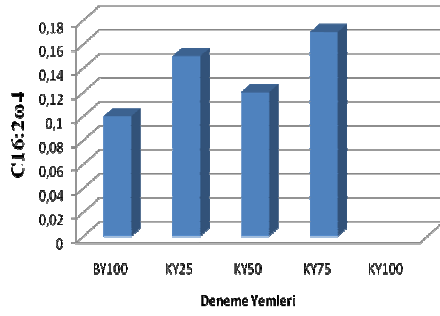
Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Deneme sonunda, PUFA'lardan eser miktarda tespit edilen C16:2ω 4 ve C16:4ω1 yağ asitlerinden C16:2ω 4 yağ asidi KY100 yeminde, C16:4ω1 yağ asidi ise BY100 ve KY100 yeminde belirlenmemiştir (p>0.05) (Şekil 5.7.3.1.a.b).

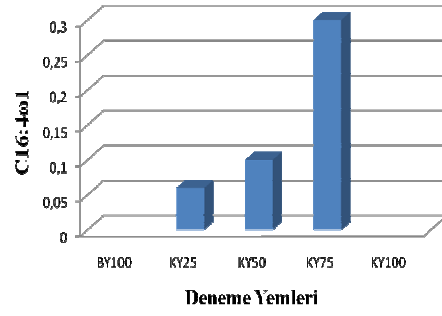
Araştırma sonuçlarına göre, PUFA içerisinde baskın halde bulunan yağ asitlerinin linoleik (C18:2ω6), linolenik (C18:3ω3), eikosapentaenoik (EPA;C20:5) ve dekosahexaenoik (DHA;C22:6ω3) olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.8.3.1.c.e.j.m). C18:2ω6 ve C18:3ω3 ortalama değerleri en yüksek KY100 yeminde, C20:5 ve C22:6ω3 ortalama değerleri en yüksek BY100 yeminde bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 5.7.3.1).



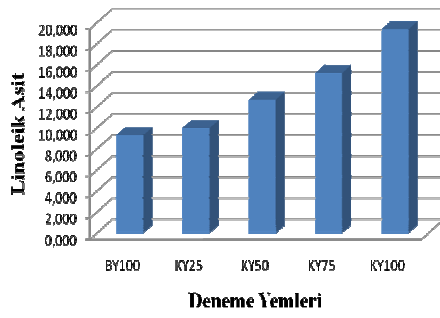
a



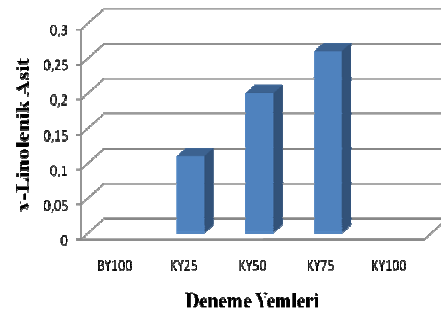
b



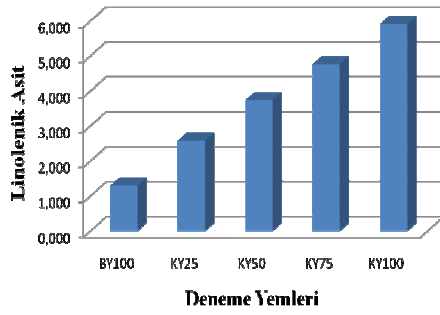
c



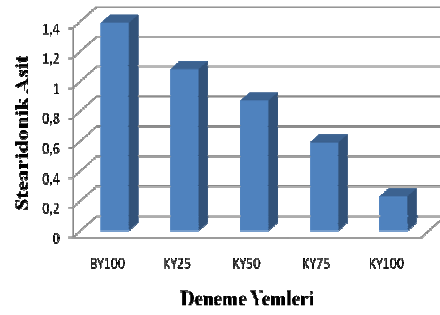
d



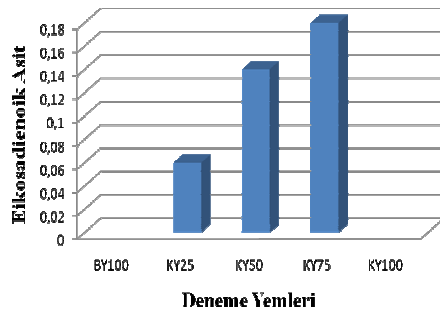
e



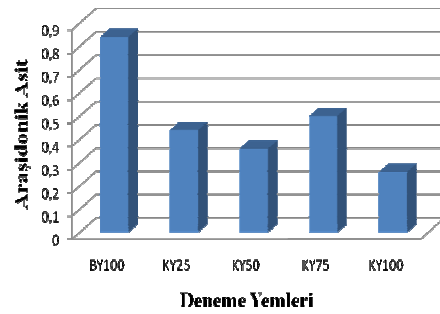
f

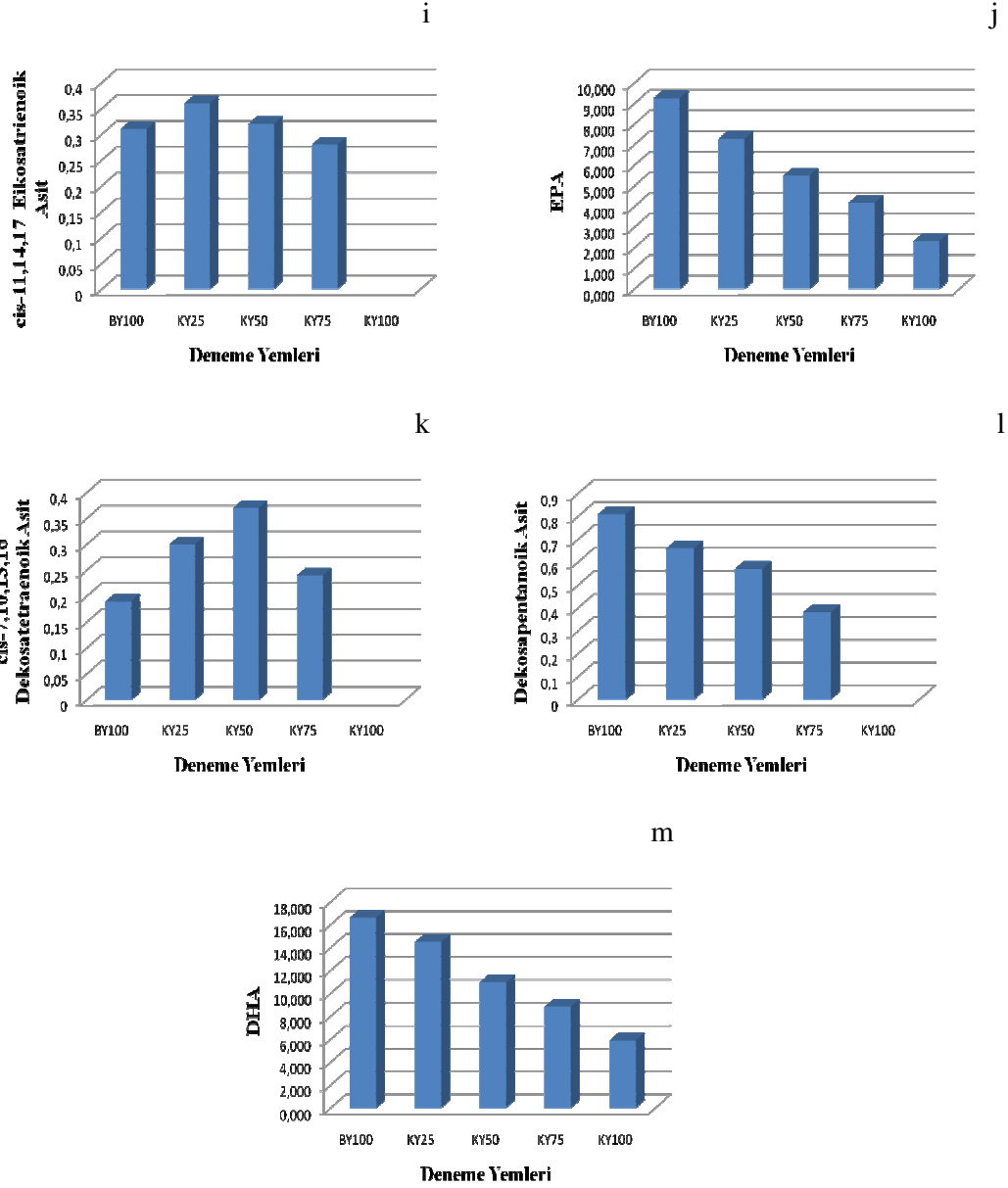


g



h



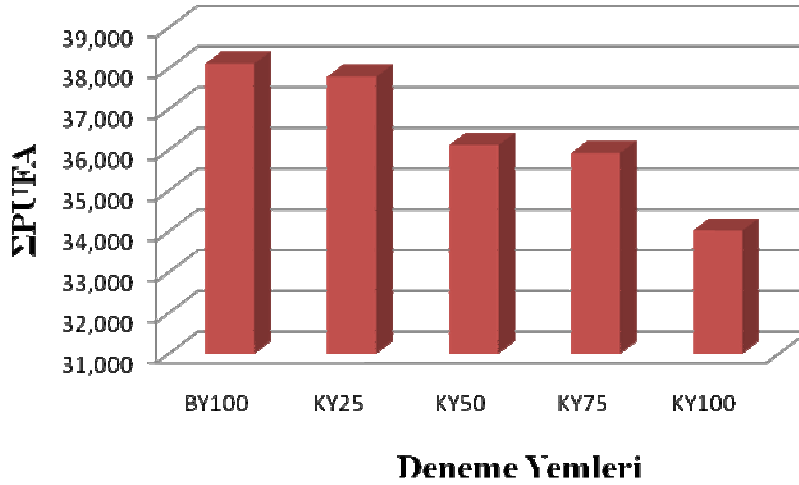


Şekil 5.7.3.1. Deneme yemlerinde; C16:2 $\omega$  4 (a), C16:4 $\omega$  1 (b), Linoleik asit (C18:2 $\omega$  6, c),  $\square$ -Linolenik asit (C18:3 $\omega$  6, d), Linolenik asit (C18:3 $\omega$  3, e), Stearidonik asit (C18:4 $\omega$  3, f), Eikosadienoik asit (C20:2, g), Araşidonik asit (C20:4 $\omega$  6, h), cis-11,14,17 Eikosatrienoik asit (C20:3 $\omega$  3, i), EPA (C20:5, j), cis-7,10,13,16 Dekosatetraenoik asit (C22:4, k), Dekosapentanoik asit (C22:5 $\omega$  3, l) ve DHA (C22:6 $\omega$  3, m) miktarları.

Stearidonik asit miktarlarına baktığımızda, KY50 ve KY75 yemleri hariç, BY100, KY25 ve KY100 yemleri arasında fark olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Dekosapentanoik asit miktarlarında ise, KY25yemi ile BY100 ve KY50 yemi arasında tespit edilen farklılığın önemsiz, diğer gruplar arasındaki farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Çizelge 5.7.3.1).

Deneme sonunda, deneme yemlerinde tespit edilen diğer PUFA'lar  $\square$ -Linolenik asit (C18:3 $\omega$  6), stearidonik asit (C18:4 $\omega$  3), eikosadienoik asit (C20:2), araşidonik asit (C20:4 $\omega$  6), cis-8,11,14 Eikosatrienoik asit (C20:3 $\omega$  6), cis-7,10,13,16 Dekosatetraenoik asit (C22:4) ve dekosapentanoik asit (22:5 $\omega$  3)'tir (Çizelge 5.7.3.1 ev Şekil 5.7.3.1.d.f.g.h.i.j.k.l). BY100 yeminde  $\square$ -Linolenik asit ve eikosadienoik asit, KY100 yeminde ise  $\square$ -Linolenik asit, eikosadienoik asit, cis-8,11,14 Eikosatrienoik asit, cis-7,10,13,16 Dekosatetraenoik asit ve dekosapentanoik asit tespit edilememiştir (Şekil 5.7.3.1.d.g.i.k.l).

Şekil 5.7.3.2'te deneme yemlerinde belirlenen toplam PUFA dağılımı (%) verilmiştir. PUFA miktarı ortalama olarak en yüksek BY100 (%38.11 $\pm$ 0.69) yeminde en düşük KY100 (%34.02 $\pm$ 0.12) yeminde tespit edilmiştir. ( $p<0.05$ ).



Şekil 5.7.3.2. Deneme yemlerinde toplam PUFA dağılımı (%)

Deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında PUFA miktarları Çizelge 5.7.3.2’de gösterilmiştir. Balık etlerinde belirlenen ortalama PUFA dağılımına baktığımızda, en fazla bulunan yağ asiti C22:6 $\omega$ 3 olup bunu sırasıyla C18:2 $\omega$ 6, C20:5 ve C18:3 $\omega$ 3 takip etmiştir. Diğer PUFA grubu yağ asitlerinden de önemli oranlarda tespit edilmiştir (Çizelge 5.7.3.2).

Çizelge 5.7.3.2. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarları (%)

Yağ Asidi	Deneme Grupları				
	BY100	KY25	KY50	KY75	KY100
<b>C16:2<math>\omega</math>4</b>	0.14±0.07 <sup>a</sup>	-	-	-	0.98±0.09 <sup>a</sup>
<b>C16:4<math>\omega</math>1</b>	0.24±0.19 <sup>a</sup>	0.34±0.17 <sup>a</sup>	0.47±0.02 <sup>a</sup>	0.25±0.01 <sup>a</sup>	0.20±0.10 <sup>a</sup>
<b>C18:2<math>\omega</math>6</b>	8.39±0.27 <sup>a</sup>	12.32±0.03 <sup>a</sup>	14.54±0.32 <sup>a</sup>	16.55±0.17 <sup>a</sup>	15.45±4.15 <sup>a</sup>
<b>C18:3<math>\omega</math>6</b>	0.19±0.10 <sup>a</sup>	0.11±0.11 <sup>a</sup>	0.24±0.12 <sup>a</sup>	0.60±0.07 <sup>a</sup>	0.64±0.32 <sup>a</sup>
<b>C18:3<math>\omega</math>3</b>	0.45±0.37 <sup>a</sup>	2.02±0.01 <sup>ab</sup>	2.63±0.17 <sup>b</sup>	2.81±0.04 <sup>b</sup>	2.65±0.63 <sup>b</sup>
<b>C18:4<math>\omega</math>3</b>	0.78±0.07 <sup>a</sup>	0.76±0.17 <sup>a</sup>	0.68±0.12 <sup>a</sup>	0.66±0.10 <sup>a</sup>	0.92±0.17 <sup>a</sup>
<b>C20:2</b>	0.65±0.19 <sup>a</sup>	0.76±0.02 <sup>a</sup>	0.99±0.07 <sup>a</sup>	1.06±0.04 <sup>a</sup>	0.78±0.39 <sup>a</sup>
<b>C20:3<math>\omega</math>6</b>	0.35±0.13 <sup>a</sup>	0.46±0.03 <sup>a</sup>	0.68±0.07 <sup>a</sup>	0.81±0.12 <sup>a</sup>	0.71±0.36 <sup>a</sup>
<b>C20:4<math>\omega</math>6</b>	0.72±0.00 <sup>a</sup>	0.63±0.04 <sup>a</sup>	0.67±0.17 <sup>a</sup>	0.69±0.06 <sup>a</sup>	0.84±0.03 <sup>a</sup>
<b>C20:3<math>\omega</math>3</b>	0.61±0.016 <sup>a</sup>	0.37±0.19 <sup>a</sup>	0.42±0.08 <sup>a</sup>	0.40±0.03	0.33±0.07 <sup>a</sup>
<b>C20:5</b>	4.60±0.02 <sup>a</sup>	3.51±0.09 <sup>a</sup>	3.02±0.20 <sup>a</sup>	2.20±0.01 <sup>a</sup>	3.66±2.56 <sup>a</sup>
<b>C22:4</b>	0.38±0.01 <sup>a</sup>	0.25±0.13 <sup>a</sup>	0.11±0.11 <sup>a</sup>	0.32±0.02 <sup>a</sup>	0.29±0.16 <sup>a</sup>
<b>C22:5<math>\omega</math>3</b>	-	0.42±0.42 <sup>a</sup>	-	-	0.30±0.16 <sup>a</sup>
<b>C22:6<math>\omega</math>3</b>	16.28±0.18 <sup>a</sup>	14.67±0.72 <sup>a</sup>	13.95±1.94 <sup>a</sup>	11.17±0.95 <sup>a</sup>	11.67±2.53 <sup>a</sup>
<b><math>\Sigma</math>PUFA</b>	<b>34.34±0.45<sup>a</sup></b>	<b>36.63±0.80<sup>a</sup></b>	<b>38.37±2.12<sup>a</sup></b>	<b>35.56±1.17<sup>a</sup></b>	<b>38.53±0.65<sup>a</sup></b>

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

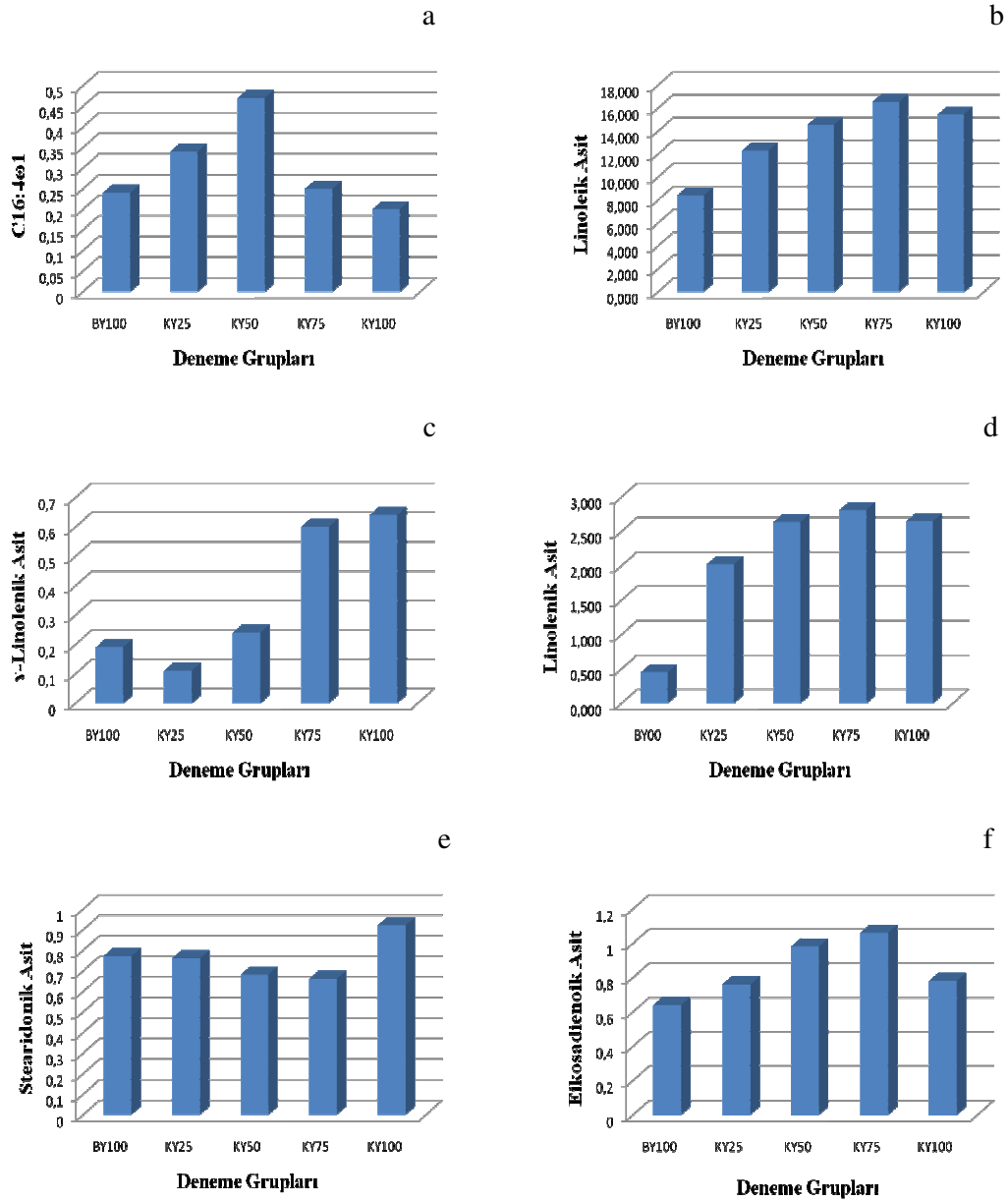
Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

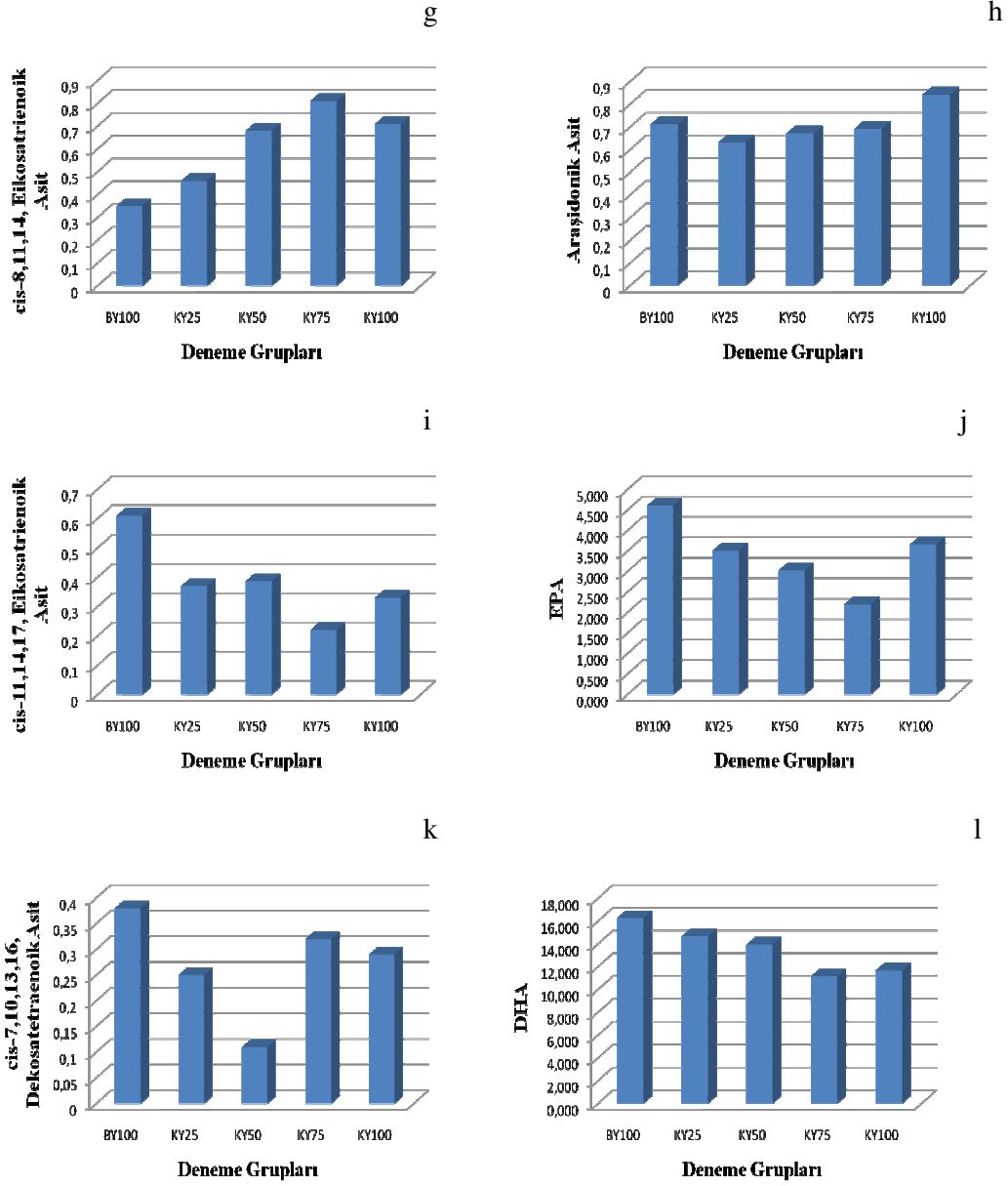
Deneme yemlerinde olduğu gibi balık etlerinde de PUFA içerisinde baskın halde bulunan yağ asitlerinin sırasıyla C22:6 $\omega$ 3, C18:2 $\omega$ 6, C20:5 ve C18:3 $\omega$ 3 olduğu tespit edilmiştir. C18:2 $\omega$ 6 ortalama değerleri, en yüksek KY75 grubunda %16.55±0.12, en düşük BY100 grubunda %8.40±0.18 olarak bulunmuştur (p>0.05) (Çizelge 5.7.3.2).

Linoleik asit ve linolenik asit miktarlarında en yüksek değer KY75 grubunda, en düşük değer ise BY100 grubunda belirlenmiştir. Linolenik asitin, BY100 ve KY25 ile

KY50, KY75 ve KY100 grupları arasındaki farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ) (Şekil 5.7.3.3.b.d).

Deneme sonunda balık etlerinde, PUFA'ların en önemlileri olan EPA (C20:5) ve DHA (C22:6 $\omega$ 3) miktarlarını incelendiğinde, ortalama EPA miktarının maksimum BY100 grubunda  $4.60 \pm 0.02$ , minimum KY75 grubunda  $2.20 \pm 0.01$ , ortalama DHA miktarının maksimum BY100 grubunda  $16.28 \pm 0.18$ , ve minimum KY75 grubunda  $11.17 \pm 0.95$  olarak bulunmuştur ( $p > 0.05$ ) (Çizelge 5.7.3.2 Şekil 5.7.3.3.j.1).

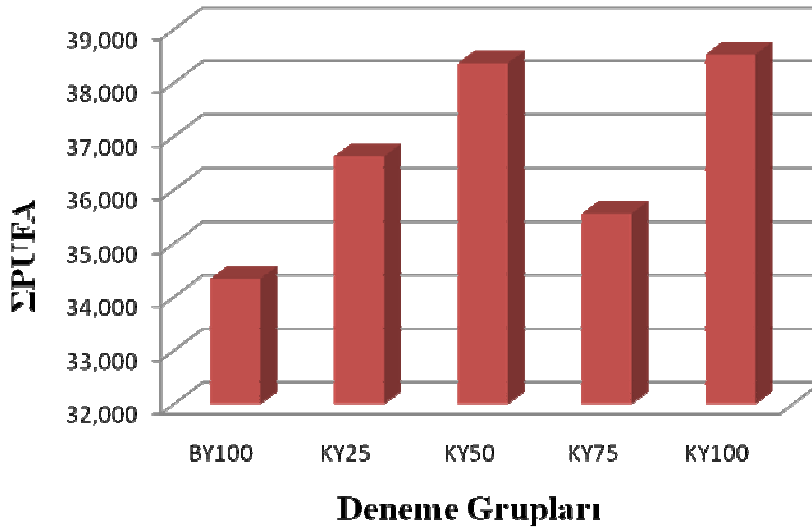




Şekil 5.7.3.3. Deneme yemlerinde; C16:4 $\omega$  1(a) , Linoleik asit (C18:2 $\omega$  6, b),  $\square$ -Linolenik asit (C18:3 $\omega$  6, c), Linolenik asit (C18:3 $\omega$  3, d), Stearidonik asit (C18:4 $\omega$  3, e), Eikosadienoik asit (C20:2, f), cis-8,11,14 Eikosatrienoik Asit (C20:3 $\omega$ 6, g), Araşidonik asit (C20:4 $\omega$  6, h), cis-11,14,17 Eikosatrienoik asit (C20:3 $\omega$  3, i), EPA (C20:5, j), cis-7,10,13,16 Dekosatetraenoik asit (C22:4, k) ve DHA (C22:6 $\omega$  3, l) miktarları.

Deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında tespit edilen diğer yağ asitleri sırasıyla, C16:4 $\omega$  1,  $\square$ -Linolenik asit (C18:3 $\omega$  6), stearidonik asit (C18:4 $\omega$ 3), eikosadienoik asit (C20:2), cis-8,11,14 Eikosatrienoik asit (C20:3 $\omega$  6), Araşidonik asit (C20:4 $\omega$  6) ve cis-7,10,13,16 Dekosatetraenoik asit (C22:4)'tir (p>0.05) (Şekil 5.7.3.3.a.c.e.f.g.h.i.k).

Balık etlerinde tespit edilen toplam PUFA değerleri incelendiğinde, en yüksek KY100 grubunda (%38.528 $\pm$ 0.648), en düşük ise BY100 grubunda (%34.343 $\pm$ 0.466) tespit edilmiş, yapılan istatistiksel analizler sonucunda farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0.05).



Şekil 5.7.3.4. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında toplam PUFA dağılımı (%)

#### 5.7.4. Toplam Yağ Asidi Değerlerine İlişkin Bulgular

Yağ asitlerine ait değerler toplam olarak, deneme yemlerinde ayrı ayrı incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 5.7.4.1'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiği zaman, toplam SAFA, toplam PUFA, toplam EPA, toplam DHA, toplam  $\omega$ -3 ve toplam  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 oranlarının BY100 yeminde, toplam MUFA ve toplam  $\omega$ -6 oranlarının KY100 yeminde yüksek olduğu görülmektedir. Deneme yemleri arasında yapılan istatistiksel testlerde farklar toplam SAFA, toplam MUFA, toplam  $\omega$ -6, toplam  $\omega$ -3/ $\omega$ -6, toplam

PUFA ve toplam  $\omega$ -3'te BY100 ile KY25 ve KY50 ile KY75 hariç önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Deneme yemlerinde tanımlanamayan yağ asitleri miktarı en yüksek oranda KY50 yeminde, en düşük KY75 yeminde tespit edilmiş, aralarındaki farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Çizelge 5.7.4.1'de deneme yemlerinde tanımsız yağ asiti miktarları (%) gösterilmiştir.

Çizelge 5.7.4.1. Deneme yemlerinde toplam doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri oranları

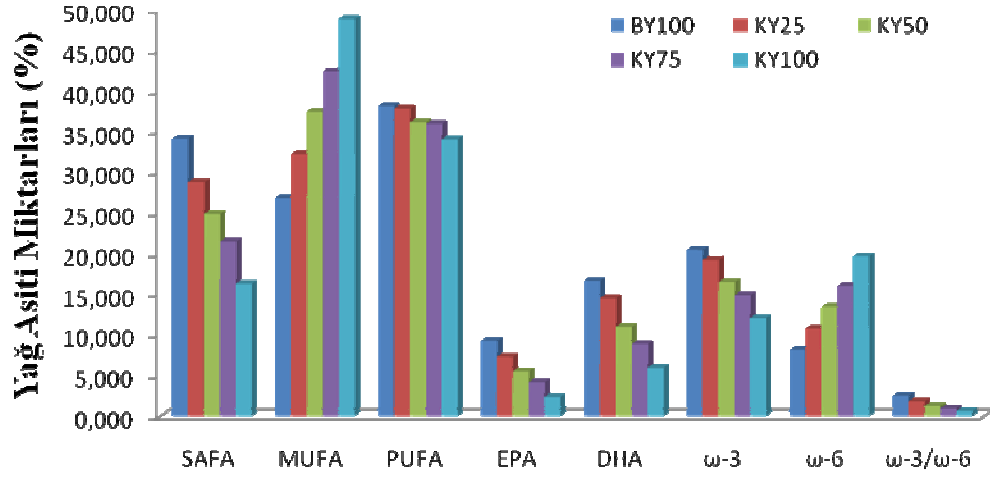
Yağ Asitleri	Deneme Yemleri				
	BY100	KY25	KY50	KY75	KY100
$\Sigma$ SAFA	34.12±0.51 <sup>c</sup>	28.75±0.49 <sup>d</sup>	24.84±0.28 <sup>c</sup>	21.44±0.06 <sup>b</sup>	16.25±0.38 <sup>a</sup>
$\Sigma$ MUFA	26.83±0.47 <sup>a</sup>	32.19±0.24 <sup>b</sup>	37.40±0.42 <sup>c</sup>	42.34±0.11 <sup>d</sup>	49.74±0.35 <sup>e</sup>
$\Sigma$ PUFA	38.11±0.69 <sup>c</sup>	37.79±0.27 <sup>c</sup>	36.11±0.14 <sup>b</sup>	35.92±0.21 <sup>b</sup>	34.02±0.12 <sup>a</sup>
$\Sigma$ MUFA + $\Sigma$ PUFA	64.94±0.23 <sup>a</sup>	69.98±0.06 <sup>b</sup>	73.51±0.381 <sup>c</sup>	78.26±0.11 <sup>d</sup>	82.81±0.40 <sup>e</sup>
$\Sigma$ SAFA/ $\Sigma$ MUFA + $\Sigma$ PUFA	39.38±0.71 <sup>c</sup>	38.38±0.26 <sup>c</sup>	36.78±0.14 <sup>b</sup>	36.42±0.21 <sup>b</sup>	34.31±0.13 <sup>a</sup>
$\Sigma$ EPA	9.26±0.30 <sup>c</sup>	7.29±0.02 <sup>d</sup>	5.50±0.07 <sup>c</sup>	4.18±0.03 <sup>b</sup>	2.32±0.06 <sup>a</sup>
$\Sigma$ DHA	16.61±0.83 <sup>c</sup>	14.50±0.06 <sup>d</sup>	10.97±0.09 <sup>c</sup>	8.85±0.10 <sup>b</sup>	5.91±0.11 <sup>a</sup>
$\Sigma\omega$ -3	20.41±0.82 <sup>c</sup>	19.17±0.07 <sup>c</sup>	16.46±0.06 <sup>b</sup>	14.86±0.19 <sup>b</sup>	12.05±0.24 <sup>a</sup>
$\Sigma\omega$ -6	8.15±0.16 <sup>a</sup>	10.76±0.17 <sup>b</sup>	13.43±0.10 <sup>c</sup>	15.98±0.12 <sup>d</sup>	19.66±0.13 <sup>e</sup>
$\Sigma\omega$ -3/ $\Sigma\omega$ -6	2.51±0.13 <sup>c</sup>	1.78±0.03 <sup>d</sup>	1.23±0.01 <sup>c</sup>	0.92±0.02 <sup>b</sup>	0.61±0.01 <sup>a</sup>
$\Sigma$ TANIMSIZ	0.94±0.54 <sup>a</sup>	1.27±0.48 <sup>a</sup>	1.65±0.26 <sup>a</sup>	0.60±0.01 <sup>a</sup>	-

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P<0.05$ ).

Şekil 5.7.4.1'de deneme yemlerinde toplam yağ asitleri miktarlarındaki değişimler gösterilmiştir.





Şekil 5.7.4.1. Deneme yemlerinde toplam yağ asitleri miktarlarındaki değişimler

Çizelge 5.7.4.2’de, deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında toplam yağ asitleri oranları verilmiştir. Deneme sonunda, balık etlerindeki toplam yağ asitleri oranları incelendiğinde, toplam SAFA ve toplam EPA en yüksek BY100 grubunda, toplam MUFA ve toplam  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 KY75 grubunda, toplam PUFA, toplam DHA ve toplam  $\omega$ -3 KY50 grubunda, toplam  $\omega$ -6 ise KY100 grubunda belirlenmiştir. Aralarındaki farklılığın istatistiksel olarak toplam SAFA, toplam MUFA, toplam PUFA, toplam EPA, toplam DHA ve toplam  $\omega$ -3’te önemsiz olduğu tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ).

Deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalığında toplam  $\omega$ -6 oranları en yüksek KY75 grubunda  $18.66\pm 0.39$ , en düşük BY100 grubunda  $9.48\pm 0.21$  olarak belirlenmiştir ( $p<0.05$ ).  $\Sigma$ PUFA oranlarına baktığımızda  $38.53\pm 0.65$  ile KY100 grubu ilk sırada,  $34.34\pm 0.47$  ile BY100 grubu son sırada yer almaktadır. PUFA’ların en önemlilerinden olan  $\Sigma$ EPA ve  $\Sigma$ DHA miktarları ise sırasıyla en yüksek  $4.60\pm 0.02$  ve  $16.28\pm 0.06$  ile BY100 grubunda, en düşük  $2.20\pm 0.00$  ve  $11.17\pm 0.71$  ile KY75 grubunda tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ).  $\Sigma\omega$ -3/ $\Sigma\omega$ -6 oranları incelendiğinde, en yüksek BY100 grubunda  $1.87\pm 0.07$ , en düşük KY75 grubunda  $0.81\pm 0.05$  olarak belirlenmiştir ( $p>0.05$ ).

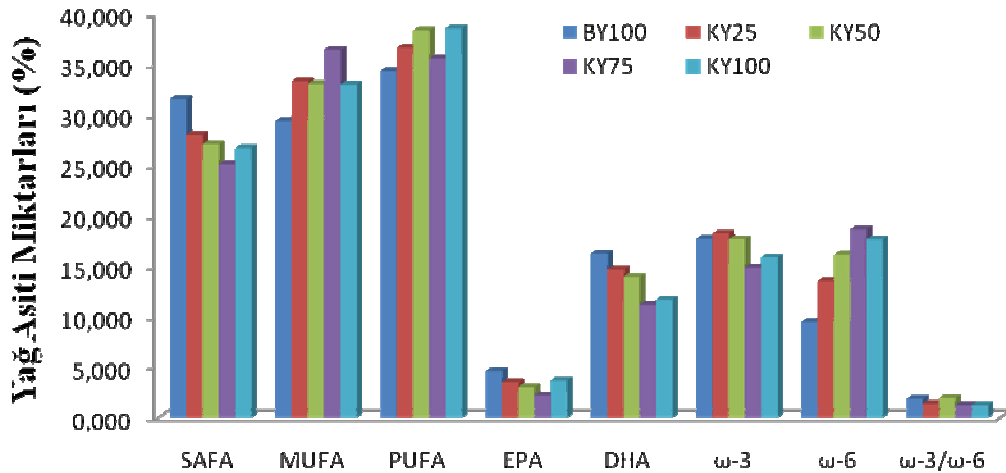
Çizelge 5.7.4.2. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında toplam doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri oranları

Yağ Asitleri	Deneme Grupları				
	BY100	KY25	KY50	KY75	KY100
ΣSAFA	31.56±0.78 <sup>a</sup>	28.03±0.20 <sup>a</sup>	27.36±0.52 <sup>a</sup>	25.07±0.31 <sup>a</sup>	26.70±3.64 <sup>a</sup>
ΣMUFA	29.36±0.70 <sup>a</sup>	33.29±0.27 <sup>a</sup>	33.03±1.48 <sup>a</sup>	34.72±1.02 <sup>a</sup>	32.98±3.43 <sup>a</sup>
ΣPUFA	34.34±0.45 <sup>a</sup>	36.63±0.80 <sup>a</sup>	38.37±2.12 <sup>a</sup>	35.56±1.17 <sup>a</sup>	38.53±0.65 <sup>a</sup>
ΣMUFA +ΣPUFA	63.71±1.11 <sup>a</sup>	69.92±1.04 <sup>ab</sup>	71.39±0.54 <sup>b</sup>	74.18±0.39 <sup>b</sup>	71.51±4.082 <sup>ab</sup>
ΣSAFA/ΣMUFA +ΣPUFA	35.42±0.56 <sup>a</sup>	37.47±0.798 <sup>a</sup>	39.19±4.93 <sup>a</sup>	36.31±1.19 <sup>a</sup>	39.38±0.45 <sup>a</sup>
ΣEPA	4.60±0.02 <sup>a</sup>	3.51±0.09 <sup>a</sup>	3.02±0.20 <sup>a</sup>	2.20±0.01 <sup>a</sup>	3.66±0.56 <sup>a</sup>
ΣDHA	16.28±0.18 <sup>a</sup>	14.67±0.72 <sup>a</sup>	13.95±1.94 <sup>a</sup>	11.17±0.95 <sup>a</sup>	11.67±2.53 <sup>a</sup>
Σω-3	17.69±0.42 <sup>a</sup>	18.25±1.09 <sup>a</sup>	17.65±1.96 <sup>a</sup>	14.86±0.95 <sup>a</sup>	15.87±1.92 <sup>a</sup>
Σω-6	9.48±0.21 <sup>a</sup>	13.53±0.15 <sup>b</sup>	16.14±0.07 <sup>c</sup>	18.66±0.39 <sup>c</sup>	17.64±4.85 <sup>d</sup>
Σω-3/Σω-6	1.87±0.07 <sup>a</sup>	1.35±0.09 <sup>a</sup>	1.09±0.12 <sup>a</sup>	0.81±0.05 <sup>a</sup>	1.24±0.61 <sup>a</sup>
ΣTANIMSIZ	5.17±1.71 <sup>a</sup>	1.99±1.159 <sup>a</sup>	1.23±0.87 <sup>a</sup>	0.83±0.07 <sup>a</sup>	2.17±1.09 <sup>a</sup>

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

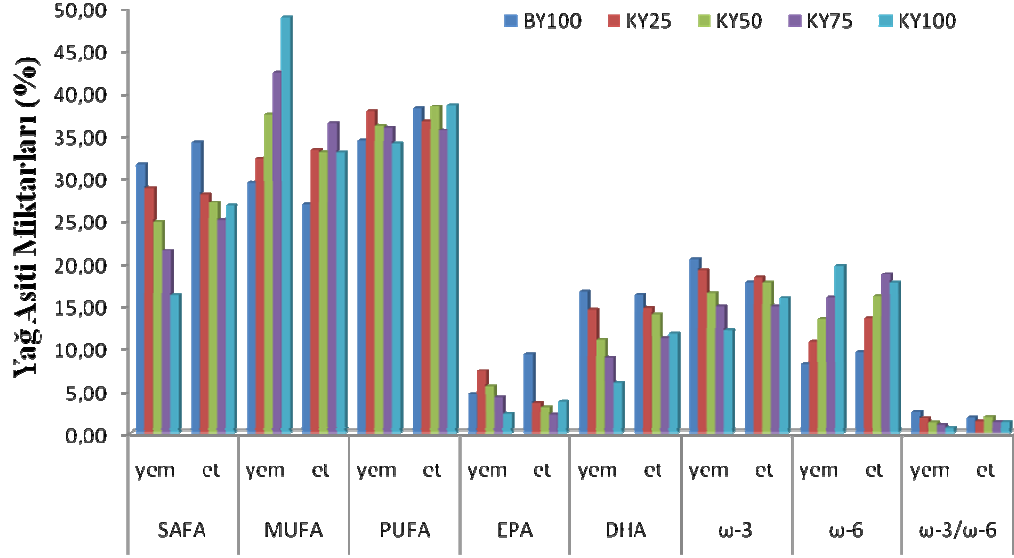
Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0.05).

Şekil 5.7.4.2’de deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında toplam yağ asitleri miktarlarındaki değişimler gösterilmiştir.



Şekil 5.7.4.2. Deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında toplam yağ asitleri miktarlarındaki değişimler

Deneme yemlerinde ve balık etlerinde tespit edilen toplam SAFA, toplam MUFA, toplam PUFA, EPA, DHA, toplam  $\omega$ -3, toplam  $\omega$ -6 ve toplam  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 miktarlarındaki değişimler Şekil 5.7.4.3'te aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 5.7.4.3. Deneme yemlerinde ve balık etlerinde belirlenen toplam SAFA, MUFA, PUFA, EPA, DHA,  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 ve  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 miktarları (%).

## 6. TARTIŞMA

Araştırmada, farklı oranlarda kanola yağı kullanılarak hazırlanmış 4 deneme rasyonu ile balık yağı kullanılarak hazırlanmış kontrol yeminin gökkuşacağı alabalığının büyümesi, kimyasal kompozisyonu ve yağ asitleri miktarları üzerine etkilerinden hareketle, yemlerdeki kanola yağının balık yağı ile karşılaştırılması ve gökkuşacağı alabalığı yemlerinde kanola yağının uygun oranlarda kullanımının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırma süresince, deneme tanklarında ölçülen su sıcaklığı ( $13.2\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ ), pH ( $7.39\pm 0.05$ ) ve oksijen ( $5.46\pm 0.13$  mg/l) değerlerinin gökkuşacağı alabalığı yetiştiriciliği için uygun olduğu görülmüştür (Alpbaz, 2005; Güllü ve ark., 2007).

Bitkisel veya hayvansal yağların bir çoğu, büyüme oranları karşılaştırılmaksızın farklı türler için su ürünleri yemlerinde balık yağının kısmi tamamlayıcısı olarak kullanılmaktadır (Dosanjh ve ark., 1984; Greene ve Selivonchick, 1990; Guillou ve ark., 1995). Bu çalışmada, yemlere katılan kanola yağının gökkuşacağı alabalığının büyüme parametreleri (CAA, SBO ve OBO) üzerinde balık yağına oranla önemli derecede etkili bir faktör olmadığı saptanmıştır (Çizelge 5.2.1). Benzer şekilde, çipura (Glencross ve ark., 2003a,b; Izquierdo ve ark., 2005), levrek (Montero ve ark., 2005; Mourente ve ark., 2005; Schulz ve ark., 2005) ve somon (Rosenlund ve ark., 2001; Bell ve ark., 2001, 2003) gibi bazı balık türlerinde de aynı eğilim gözlenmektedir. Bu durum, bitkisel yağ kaynaklı hazırlanan yemlerin balıkların büyümelerinde geriletme yaratmadığını göstermiştir.

Caballero ve ark., (2002), Madrigal ve ark., (2005) ve Nielsen ve ark., (2005) yaptıkları araştırmalarda, gökkuşacağı alabalığı yemlerinde kullanılan bitkisel yağların balıkların büyümesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Yine çipura ve levrek yemlerinde bitkisel kaynaklı yağların belli oranlara kadar (%60) kullanımının balıkların büyümesi üzerinde olumsuz etki yaratmadığı bildirilmiştir (Izquierdo ve ark., 2003).

Ancak, yemlere farklı oranlarda katılan balık yağının beyaz levrek (*Atractoscion nobilis*) yularının yem kullanımı ve büyümesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda (López ve ark., 2006), yemlere katılan yüksek balık yağı düzeylerinin yem tüketimini önemli derecede etkileyerek büyümeyi yavaşlattığı bildirilmiştir. Bu durum

yemlerde balık yağının yanında bitkisel yağların kullanımı balıkların büyüme performansı üzerinde olumlu bir etki yaratacağını göstermektedir.

Çalışmada elde edilen bulgulara göre gruplar arasında YT ve YDS değerleri bakımından herhangi bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 5.3.1). En iyi YDS BY100 ( $0.96 \pm 0.02$ ) grubundan tespit edilmiş olsa da, en yüksek YT KY25 ve KY100 gruplarında (sırasıyla  $139.31 \pm 1.55$  ve  $139.19 \pm 1.28$ ) belirlenmiştir. Bu durum, balık yağının ete çevirim oranının balıklarda daha iyi olduğunun bir göstergesi olabilir. Ancak gruplar arasındaki farklılıklar önemli olmadığı gibi CAA'daki farklılıklar da önemli bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Yigit ve ark., (2002) yemlerdeki protein düzeyi ile yem tüketimi arasında ters ilişki olduğunu, protein düzeyi arttıkça yem tüketiminin azaldığını bildirmişlerdir.

Yem değerlendirme sayısı, büyüme ve beslenme arasındaki ilişkiyi gösterir. Balığa verilen yemin ağırlığa döndürüldüğü verimliliğin bir ölçüsüdür. Düşük YDS yüksek büyüme oranının belirtisidir. Balıklarda YDS oranı ne kadar düşük ise yem tüketimi o kadar az, buna karşılık CAA'nın da yüksek olduğunun göstergesidir. Schulz ve ark., (2005) pembe levrek yavrularında farklı yağ kaynaklarını kullandıkları (balık yağı, keten tohumu yağı, soya fasülyesi yağı) çalışmalarında YDS değerini 3.27 ile 3.52 arasında tespit etmişler, bunun otomatik yemlemeden kaynaklandığını ve pembe levrek yavruları için otomatik yemleyicilerin uygun olmadığını bildirmişlerdir. Bu durum, yapılan çalışmada gökkuşuğu alabalıklarının elle doyuncaya kadar yemlemenin doğru bir seçim olduğunun göstergesi olabilir.

Mevcut çalışmada YDS 0.96 ile 1.09 arasında tespit edilmiş olup, değerler Bell ve ark., (2001)'nin (0.75-0.78) somon, Liu ve ark., (2004)'nin (0.75-0.81), Caballero ve ark., (2002)'nin (0.72-0.78), Figueiredo-Silva ve ark., (2005)'nin (0.72-0.74), Madrigal ve ark., (2005)'nin (1.44-1.79), Drew ve ark., (2007)'nin (0.95-1.11) ve Nielsen ve ark., (2005)'nin (0.90-0.94) gökkuşuğu alabalığı ile ilgili araştırma sonuçlarının bazıları ile benzer çıkarken, bazıları ile, deneme başındaki ortalama canlı ağırlık, deneme süresi, kullanılan bitkisel yağ, yemleme rejimi, içinde tutuldukları suyun kimyasal ve fiziksel özelliklerinin farklı olması gibi nedenlerden dolayı az da olsa farklı bulunmuştur.

Araştırma sonuçlarına göre, farklı oranlarda kanola yağı ilaveli yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalığının PT, PDR ve BTP değerleri arasında önemli farklar görülmemiştir. ( $p > 0.05$ ). Ancak GNPV değerinde, BY100 grubu ile KY50 grubu arasında farklılık tespit edilmiştir. Bu farklılığın tüketilen yem miktarından

kaynaklandığı, tüketilen yem miktarını da bu grupta meydana gelen ölümlerin etkilediği düşünülmektedir. Gruplar arasında en az tüketilen yem miktarı KY50 grubunda tespit edilmiştir. Bu durum, KY50 grubu için görülebilir net protein verimliliğini etkilemiş olabilir. Yiğit ve ark., (2002) protein ve yem tüketiminin yemlerdeki yağ düzeylerinden etkilendiğini, yüksek yağ düzeylerinde protein tüketiminin azaldığını buna bağlı olarak da GNPV değerinde bir azalma olduğunu, %17'ye kadar HY oranının gökkuşağı alabalıklarında GNPV değerini olumlu etkilediğini bildirmişlerdir.

Enerji ihtiyacını karşılayan lipidler, balıklarda farklı dokularda, özellikle kas dokusunda, iç organlar arasında ve karaciğerde depolanmaktadır. Balıklarda karaciğer, diyetteki besin maddelerinin büyüme ve gelişme üzerindeki etkilerini ve balığın sağlıklı bir şekilde beslendiğini gösteren en önemli organlardan biridir. Diyetle yüksek oranda lipidlerin kullanılması ve kullanılan lipidlerin esansiyel yağ asitlerini dengeli bir şekilde içermemesi, balık karaciğerinde yüksek oranda lipid depolanmasına neden olmaktadır. Bu durumun karaciğer dejenerasyonuna neden olduğu bildirilmiştir (Caballero ve ark., 1999). HSI değeri deneme yemlerinin balık karaciğerinin oransal büyüklüğü üzerine etkisinin, dolayısıyla karaciğerdeki yağlanma oranının bir göstergesidir. Araştırma sonunda, HSI değerinin denemede kullanılan yağ kaynağından etkilenmediği tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Deneme başında yüksek bulunan HSI değerinin deneme sonunda daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bu durumun, gökkuşağı alabalıklarının deneme yemlerinde kullanılan kanola yağını etkin bir şekilde kullanmasından kaynaklandığı söylenebilir. Bu çalışmadaki HSI'e ilişkin değerler (0.91-1.04), Francis ve ark., (2006)'nın murray morinası için (1.66-1.82), Caballero ve ark., (2002)'nin gökkuşağı alabalığı için (1.22-1.43), Figueiredo-Silva ve ark., (2005)'nin gökkuşağı alabalığı için (1.1-1.21), Şener ve Yıldız (2003)'in gökkuşağı alabalığı için (1.30-2.46), Yıldız ve Şener (2003)'in levrek balığı için (2.10-2.45), Regost ve ark., (2003)'nin kalkan balıkları için (1.7-1.8) saptadıkları değerlerden daha düşük bulunmuştur. Ancak, farklı düzeylerde balık yağı kullanılarak yapılan çalışmalarda HSI değerleri, Du ve ark., (2005)'nin ot sazani (*Ctenopharyngodon idella*) için (2.04-3.23) ve López ve ark., (2006)'nin beyaz levrek balığı için (2.2-4.3) saptadıkları değerlerden oldukça düşük tespit edilmiş olup, bu durumda bitkisel yağların karaciğerde depolanmayıp kullanılarak vücuda yararlı hale getirildiği söylenebilir.

VSI değeri, balıkların tüm vücudunda biriken yağ oranını tespit etmek için kullanılmaktadır. Deneme sonunda, araştırmada kullanılan bitkisel yağ kaynağı VSI

değerini etkilememiştir ( $p>0.05$ ). Deneme başında yüksek bulunan VSI değerinin deneme sonunda daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bu durumun, gökkuşaağı alabalıklarının deneme yemlerinde kullanılan kanola yağını vücutta depolamayıp etkin bir şekilde kullanmasından kaynaklandığı söylenebilir. Yapılan çalışmada VSI değerlerine ilişkin saptanan değerler (9.89-10.03), gökkuşaağı alabalığı için Şener ve Yıldız (2003)'in (17.61-20.58), Figueiredo-Silva ve ark., (2005)'nın (6.78-7.32), Caballero ve ark., (2002)'nin (13.8-16.0), Yıldız ve Şener (2003)'in levrek balığı için (9.24-11.94) ve Regost ve ark., (2003)'nin kalkan balıkları için (2.5-2.6) saptadıkları değerlerden daha düşük bulunmuş olmakla birlikte bazıları ile paralellik göstermektedir.

Balık ve diğer su ürünleri etinin ana bileşimi, diğer gıdalar gibi su, yağ ve proteinlerden oluşmaktadır. Su ürünleri etlerinde su oranı türlere, cinsiyete ve yaşa göre çok büyük farklılıklar göstermektedir. Genelde beyaz etli balıklarda % 75-85, kırmızı etli balıklarda %70-75, kabuklu su canlılarında %80-94 oranında su bulunur. Bazı balıklarda bu oran % 50-62'ye kadar düşer. Su ürünlerinde su oranı yağ oranı ile ters orantılıdır. Yağ oranı arttıkça su oranı azalır. Aynı türe ait yavru ve genç bireylerde su oranı yüksek, yağ oranı düşüktür. Balık yaşlandıkça su oranı azalırken yağ oranı artmaktadır (Varlık ve ark., 2004). Deneme sonunda, gökkuşaağı alabalıklarında su miktarı %73.43-75.81 arasında tespit edilmiştir. Şener ve Yıldız (2003) gökkuşaağı alabalığında su oranını %68.53-75.06, Francis ve ark., (2006) murray morinasında %78.59-83.50, Tucker ve ark., (1997) ışkine balığında %74.1-77.00, Glencross ve ark., (2003a) çipurada %64.79-65.48 ve Regost ve ark., (2003) kalkan balığında %75.9-73.4 arasında saptamıştır. Bu değerler, araştırma sonuçlarına göre bulunan değerlerle paralellik göstermektedir.

Ayrıca, yetiştiriciliği yapılan gökkuşaağı alabalıklarının kimyasal yapısı ve yağ asitleri ile ilgili yapılan çalışmada, Diler ve ark. (1997), gökkuşaağı alabalıklarında su miktarı %74.14; Bell ve ark., (2001) Atlantik alabalığında kimyasal kompozisyonu incelemişler ve su miktarını %74.2-75.2 arasında; Turchini ve ark. (2003), kahverengi alabalığın büyüme performansı, kimyasal kompozisyonu ve yağ asitlerinin incelendiği başka bir çalışmada, su miktarı %75; Subhadra ve ark. (2006)'nın geniş ağızlı levrek balığının kimyasal kompozisyonunu incelediği çalışmada su miktarı %77.4 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmalar dikkate alındığında, mevcut çalışma ile su miktarı açısından yaklaşık olarak bir benzerliğin olduğu ortaya konulmuştur.

Araştırmada, deneme yemleri ile beslenen gökkuşaağı alabalıklarında tespit edilen protein miktarı %18.91-21.43 arasındadır. Beslenmenin protein miktarı üzerine etkisi olduğu bilinmektedir. Şener ve Yıldız (2003) gökkuşaağı alabalıklarında büyüme performansı ve vücut kompozisyonu üzerine farklı yağ kaynaklarının (balık yağı, ayçiçeği yağı, soya yağı) etkisini araştırdıkları çalışmalarında, protein miktarının deneme başında %13.24 olduğunu, deneme sonunda ise soya yağı ile beslenen grupta %14.48 ile en yüksek düzeye ulaştığı tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada ham protein miktarı oldukça yüksek olup, bahsedilen çalışma ile aralarındaki farklılığın kullanılan yemden, yemdeki bitkisel yağlardan ve balık büyüklüğünden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Turchini ve ark. (2003)'nın kahverengi alabalığın doku kimyasal kompozisyonu ve performansı üzerine yemdeki alternatif yağ kaynaklarının (kanola yağı, olein yağı, tavuk yağı, domuz iç yağı) etkisinin karşılaştırıldığı çalışmada, %10.30 kanola yağı ilaveli yemle beslenen kahverengi alabalığın protein miktarı %20.10 olarak tespit edilmiş, bu değer yapılan çalışmada kanola yağı oranı yaklaşık aynı oranda kullanılan KY75 grubu (%20.02) ile uyum göstermiştir.

Kırmızı çipura balığının kimyasal kompozisyonu ve yağ asitleri üzerine balık yağı, kanola ve soya yağının etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada, çipura balıklarında ham protein %16.74-17.12 arasında tespit edilmiştir (Glencross ve ark., 2003a). Bu çalışmada, balık yağı ile hazırlanmış yemlerle beslenen balıklardaki ham protein oranının (%16.77), kanola yağı ilaveli yemlerle beslenen balıkların protein oranından (%17.12) düşük olduğu görülmektedir. Mevcut çalışma ile aynı oranlarda kanola yağı kullanılmış olmasına rağmen, farklılık balık türünün farklı olmasından kaynaklanabilir.

Subhadra ve ark. (2006), geniş ağızlı levrek balığının doku kompozisyonu ve büyümesi üzerine kanola, tavuk ve menhaden yağının kullanıldığı çalışmada, %100 kanola yağının kullanıldığı grupta protein miktarını %16.50 olarak bulmuşlardır. Bu değer yapılan çalışmada, gökkuşaağı alabalıklarında KY100 grubunda (%19.84) ve diğer gruplarda tespit edilen ham protein miktarından düşüktür. Mevcut çalışma ile arasında belirlenen farklılık deniz suyunda yapılan yetiştiricilikten ve KY100 grubu hariç KY25, KY50, KY75 gruplarında uygulanan kanola yağı oranlarından kaynaklanmış olabilir.

Araştırma sonunda, gökkuşaağı alabalıklarında ham yağ oranı deneme başında %2.11, deneme yemleri ile beslenen balıklarda ise BY100, KY25, KY50, KY75 ve



KY100 gruplarında sırasıyla %3.96, 3.99, 3.10, 4.42 ve 3.90 olarak tespit edilmiştir. en yüksek ham yağ oranı KY75 grubunda, en düşük ham yağ oranı ise KY50 grubunda hesaplanmıştır.

Turchini ve ark., (2003) kahverengi alabalıklarda yaptıkları çalışmada ham yağ miktarını %3.10 olarak, Bell ve ark., (2001) Atlantik alabalığında %4.50-5.37, Şener ve Yıldız (2003) gökkuşacağı alabalığında %3.80-6.10 arasında belirlemişlerdir. Bu sonuçlar mevcut çalışmada ortaya konan sonuçlar ile önemli farklar göstermemekle birlikte alabalık türlerinin çoğunda bitkisel kaynaklı yağlarla yapılan çalışmalarda ham yağ miktarının birbirine yakın olduğunu göstermektedir.

Gökkuşacağı alabalığında ham kül oranları incelendiğinde, (%1.41-1.49) gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Balık etindeki ham kül oranı, rasyondaki yağ kaynağından etkilenmemiştir.

Mevcut çalışmada HK değerleri, Turchini ve ark., (2003)'nın kahverengi alabalıkta (%1.2), Şener ve Yıldız (2003)'ın gökkuşacağı alabalığında (%2.05-2.53), Glencross ve ark. (2003a)'nın çipura balığında (%4.39-4.88) belirledikleri değerlerden daha düşük bulunmuş olmakla birlikte bazıları ile paralellik göstermektedir. Bunun, araştırmalarda kullanılan balıkların büyüklüğünden ve uygulanan diyetten kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırma sonunda, deneme yemleri ile beslenen gökkuşacağı alabalıklarında ham selüloz miktarı %0.08-0.19 arasında tespit edilmiştir. Deneme başında %0.03 olarak hesaplanan ham selüloz miktarı, deneme yemlerinde kanola yağı oranının artmasıyla bu yemlerle beslenen gökkuşacağı alabalığı etinde de artış göstermiştir.

Araştırma sonunda, denemede kullanılan yemlerin yağ asitleri kompozisyonları incelenerek, toplam SAFA miktarları sırasıyla BY100 yeminde %34.12, KY25 yeminde %28.75, KY50 yeminde %24.84, KY75 yeminde %21.44 ve KY100 yeminde %16.25 olarak bulunmuştur.

Bell ve ark. (2001)'nin Atlantik alabalığında kanola yağının balık yağı yerine kullanılma olanaklarını araştırıldığı çalışmada, farklı oranlarda kanola yağı (%0, %10, %25, %100) ilave edilerek hazırlanmış yemlerin yağ asiti kompozisyonları incelenmiş, ortalama toplam SAFA miktarını en yüksek kontrol yeminde (%0 Kanola yağı) % 23.90 olmak üzere sırasıyla RO10 (%10 kanola yağı) yeminde %21.4, RO25 (%25 Kanola yağı) yeminde %19.4, RO50 (%50 Kanola yağı) yeminde %17.4 ve RO100 (%100 Kanola yağı) yeminde %11.9 olarak bulunmuştur.

Chinook salmonun (*Oncorhynchus tshawytscha*) büyüme performansı ve yağ asiti kompozisyonu üzerine kanola yağının etkisini araştırdıkları çalışmada, farklı oranlarda kanola yağı (CO25:%25, CO49:%49, CO72:%72) kullanarak hazırlanan yemlerde toplam SAFA miktarı balık yağı ilaveli kontrol yeminde %30.20 ile en yüksek oranda bulunmuştur. Deneme yemlerinde ise kanola yağının miktarı arttıkça toplam SAFA miktarı azalmıştır (CO25: %24.50, CO49: %18.80, CO72: %13.60) (Huang ve ark., 2008).

Grant ve ark. (2008) chinook salmon yavruları için hazırladıkları farklı oranlarda kanola yağı (%0, %11, %22, %33, %43, %54) ilaveli yemlerde toplam SAFA miktarını kontrol yeminde %34.60 ile en yüksek oranda, deneme yemlerinde ise CO11 yeminde %32.60, CO22'de %29.90, CO33'te %27.80, CO43'te %20.00 ve CO54'de %18.60 olarak bulmuşlardır.

Bell ve ark. (2003)'nın farklı oranlarda kanola yağı (%0, %10, %25, %50, %100) ile hazırlanmış Atlantik alabalığı yemlerinde, yağ asitlerinin tespiti ile ilgili yaptıkları bir çalışmada, toplam SAFA miktarı kontrol yeminde %24.30 ile en yüksek, %100 Kanola yağı içeren yemde %11.60 ile en düşük oranda tespit edilmiştir. %0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında kanola yağı ile hazırlanmış somon yemlerinde toplam SAFA miktarları %43.90, 37.50, 35.10, 29.90 ve 21.70 gibi oldukça yüksek oranlarda belirlenmiştir (Jordal ve ark., 2005).

Huang ve ark. (2007) kırmızı çipura yavrularının yağ asiti kompozisyonu ve büyüme performansı üzerine yaptıkları çalışmada, farklı oranlarda kullandıkları kanola yağı [%0, %25 (CO25), %48 (CO25), %70 (CO25)] ile hazırlanmış yemlerde toplam SAFA miktarını kontrol yeminde %22.10, deneme yemlerinden CO25 yeminde %19.40, CO48'de %14.30 ve CO70'te %11.50 olarak bulmuşlardır. Bu sonuçların mevcut çalışma sonuçlarından daha düşük olduğu gözlenmiş olup, aralarındaki farklılığın rasyon içerisinde kullanılan hammadde ve farklı balık yağı oranlarından kaynaklandığı söylenebilir. Buna istinaden kullanılan yağ oranları ile birlikte yemlerde tespit edilen SAFA miktarları mevcut çalışma ile benzer şekilde artış göstermiş, yani yağ oranının artışına paralel olarak SAFA miktarları da artmıştır.

Madrigal ve ark. (2005) gökkuşağı alabalığının doku yağ asitleri ve büyümesi üzerine yaptıkları çalışmalarında farklı oranlarda hurma yağı [%0, %25 (P25), %50 (P25), %100 (P25)] ile hazırlanmış yemlerde toplam SAFA miktarını kontrol yeminde %29.30 olmak üzere, P25, P50 ve P100 deneme yemlerinde sırasıyla %35.80, 39.10 ve

44.10 olarak bulmuşlardır. Bu durum hurma yağının SAFA miktarının kanola yağından daha yüksek oranda olduğunu göstermektedir. Nitekim kanola yağı kullanılarak hazırlanmış yemlerde kanola yağı oranı arttıkça SAFA miktarı azalmış, ancak hurma yağı ile hazırlanmış yemlerde hurma yağı oranı arttıkça SAFA miktarı da artmıştır.

Bu araştırmada, deneme yemlerinde baskın halde bulunan SAFA yağ asitlerinin miristik asit, palmitik asit ve stearik asit olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen bu yağ asitlerinden başka araşidik asit, pentadekanoik asit, heptadekanoik asit, behenik asit, trikosanoik asit ve lignoserik asit de bulunmuştur. SAFA yağ asitlerinden miristik asit miktarı maksimum oranda BY100 yeminde %6.31 olarak tespit edilmişken, deneme yemlerinden KY25 yeminde %5.01, KY50'de %3.83, KY75'te %2.86 ve KY100'de %1.45, palmitik asit miktarı BY100 yeminde %20.14, KY25'te %16.85, KY50'de %14.79, KY75'te %13.29 ve KY100'de %11.03, stearik asit miktarı ise BY100 yeminde %4.62, KY25'te %4.15, KY50'de %3.78, KY75'te %3.57 ve KY100'de %3.05 olarak bulunmuştur.

Çalışmada miristik, palmitik ve stearik asit değerlerine ilişkin saptanan değerler, farklı oranlarda kanola yağı kullanılan bazı çalışmalarda, somon balıkları için (%0, %25, %50, %75, %100) Jordal ve ark. (2005)'nin (miristik asit; %6.70-0.40, palmitik asit; %11.60-5.70, stearik asit; %1.00-1.70 arasında), (%0, %10, %25, %50, %100) Bell ve ark. (2003)'nin (miristik asit; %4.90-1.00, palmitik asit; %15.10-7.50, stearik asit; %3.20-2.70 arasında), chinook alabalığı için (%0, %11, %22, %33, %43, %54) Grant ve ark. (2008)'nin (miristik asit; %6.74-1.75, palmitik asit; %22.90-13.10, stearik asit; %4.80-3.64 arasında), (%0, %25, %49, %72) Huang ve ark., (2008)'nin (miristik asit; %3.85-1.02, palmitik asit; %20.70-8.62, stearik asit; %4.66-2.81 arasında) ve kırmızı çipura için (%0, %25, %48, %70) Huang ve ark., (2007)'nin (miristik asit; %4.78-0.85, palmitik asit; %14.60-8.10, stearik asit; %2.58-2.22 arasında) saptadıkları değerlerden daha yüksek bulunmuş olmakla birlikte bazıları ile paralellik göstermektedir. Bu durumun, deneme yemlerinin yapımında kullanılan hammaddelerin ve yağ oranlarının farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Şener ve Yıldız (2003), gökkuşuğu alabalıklarında soya ve ayçiçeği yağı kullanarak hazırladıkları yemlerde miristik asit oranını en yüksek balık yağı ilaveli kontrol yeminde (% 5.74), en düşük ise soya ve ayçiçeği yağı ilaveli yemlerde (sırasıyla %1.83-1.86), palmitik asit miktarını kontrol yeminde %17.51, soya yağı ilaveli yemde %12.88 ve ayçiçeği yağı ilaveli yemde %9.79, stearik asit miktarını ise

kontrol yeminde %3.87, soya yağı ilaveli yemde %3.99 ve ayçiçeği yağı ilaveli yemde %3.94 olarak tespit etmişlerdir.

Caballero ve ark. (2002), gökkuşaağı alabalıkları için soya, kanola, hurma ve zeytin yağını balık yağları (Capelin yağı ve Ançovi yağı) ile farklı oranlarda karıştırarak hazırladıkları yemlerde SAFA'lerden miristik asit, palmitik asit ve stearik asiti tespit etmişlerdir. Miristik asit miktarını en yüksek kontrol yeminde %5.30 olmak üzere sırasıyla AS (Balık yağı + Soya yağı) yeminde %3.70, AR (Balık yağı + Kanola yağı) ve AOL (Balık yağı + Zeytin yağı + Domuz yağı) yeminde %2.30 ve CRP (Balık yağı + Kanola yağı + Hurma yağı) yeminde %1.8, palmitik asit miktarlarını en yüksek AOL ve CRP yemlerinin her ikisinde de %19.00, AS yeminde %14.30, kontrol yeminde %13.10 ve AR yeminde %9.0, stearik asit miktarını ise en yüksek AOL yeminde %9.40 ve en düşük kontrol yeminde %1.90 olarak bulmuşlardır.

Bitkisel kaynaklı yağlarla (%10.3 kanola ve olein yağı) hazırlanmış kahverengi alabalık yemlerinde, yağ asitlerinin tespiti ile ilgili yapılan başka bir çalışmada, baskın halde bulunan SAFA'ların miristik asit, palmitik asit ve stearik asit olduğu tespit edilmiştir. Kanola yağı ile hazırlanmış yemdeki miristik asit miktarı %2.60, palmitik asit miktarı %12.40 ve stearik asit miktarı %3.30 ve olein yağı ile hazırlanmış yemdeki miristik asit miktarı (%9.30), palmitik asit miktarı %19.40 ve stearik asit miktarı %5.9 olarak bulunmuştur. (Turchini ve ark., 2003).

Drew ve ark. (2007), gökkuşaağı alabalıklarında balık unu yerine kanola protein konsantresi ve balık yağı yerine kanola yağı ve keten tohumu yağı (deneme yemleri) kullanarak hazırladıkları deneme yemlerinde, SAFA'dan miristik asit miktarını en yüksek kontrol yeminde (FO/FM100) (%9.90) en düşük VO/FM0 (Kanola yağı+Keten tohumu yağı/%0 balık unu) yeminde (%0.20), palmitik asit miktarını en yüksek kontrol yeminde (%25.90) en düşük VO/FM0 yeminde (%6.90), stearik asit miktarını en yüksek kontrol yeminde (%5.80) en düşük VO/FM0 (%2.90) yeminde bulmuşlardır.

Bu çalışmada deneme yemleri ile beslenen gökkuşaağı alabalıklarının dokularındaki yağ asit kompozisyonlarındaki değişimler oldukça istikrarlı bir şekilde yemlerdeki yağ asiti kompozisyonlarını yansıtmaktadır. Hem yemlerde hem de balık etlerinde kanola yağı miktarının artmasına paralel olarak SAFA miktarları azalmıştır. Balık etindeki toplam SAFA miktarları %31.56 ile en yüksek oranda BY100 grubunda,

%25.07 ile en düşük oranda KY75 grubunda, KY25'de %28.03, KY50'de %27.36 ve KY100'de %26.70 olarak tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçları, farklı araştırmacılar tarafından farklı bitkisel yağlar ve kanola yağı kullanılarak yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bu çalışmalardan, Turchini ve ark. (2003), kanola yağı ilaveli yemlerle beslenen kahverengi alabalığın kas dokusunda, toplam SAFA miktarını %22.41 olarak tespit etmişlerdir. Yağ asitlerinin tespiti ile ilgili yapılan bir başka çalışmada Rinchar ve ark. (2007), zeytin yağı ve keten tohumu yağı karışımı ilaveli yemlerle beslenen gökkuşacağı alabalıklarının dokularında toplam SAFA miktarını %19.50 olarak belirlemişlerdir.

Farklı oranlarda kanola yağı kullanılarak yapılan bazı çalışmalarda, toplam SAFA değerleri chinook salmon için Grant ve ark. (2008)'nin (%32.00, 31.20, 28.50, 24.80, 22.70, 19.40), Huang ve ark. (2008)'nin (%25.20, 21.90, 19.00, 14.20), somon için Bell ve ark. (2001)'nin (%24.50, 25.70, 22.30, 18.70, 14.80), Bell ve ark. (2003)'nin (%22.90, 25.30, 22.20, 18.20, 14.70), kırmızı çipura yavruları için Huang ve ark. (2007)'nin (%24.50, 22.20, 19.50, 14.10) saptadıkları değerler yapılan çalışma ile paralellik göstermektedir.

Glencross ve ark. (2003a), rasyonlara %0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında ilave ettikleri kanola yağlı yemlerle beslenen çipura yavrularının yağ asitleri kompozisyonlarından elde edilen sonuçlar (%39.80, 39.30, 38.60, 36.20 ve 35.20), mevcut çalışmadaki sonuçlardan daha yüksek değerde bulunmuştur. Bu durum hem kullanılan balık türünün farklı olmasından hem de balık büyüklüğünden kaynaklanabilir. Çünkü küçük balıkların yem değerlendirmesi büyük balıklardan daha iyi olduğundan, yem içerisinde bulunan maddelerin vücuda alımı küçük balıklarda daha fazla olabilir.

Yapılan çalışmada, deneme yemlerinde olduğu gibi deneme yemleri ile beslenen gökkuşacağı alabalıklarının dokularında da dominant olarak belirlenen yağ asitleri miristik, palmitik ve stearik asitlerdir. BY100, KY25, KY50, KY75 VE KY100 gruplarında miristik asit miktarı sırasıyla %4.79, 3.93, 3.38, 2.66, 3.57; palmitik asit miktarı sırasıyla, %18.41, 17.14, 17.30, 15.94, 15.98; stearik asit miktarı sırasıyla, %4.54, 4.27, 4.33, 4.34, 4.22 olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırma ile, aynı oranlarda kanola yağı kullanılarak hazırlanmış yemlerle beslenen kırmızı çipura yavrularında tespit edilen miristik asit miktarı (%4.10, 3.80, 3.70, 3.0, 3.30) mevcut çalışma ile paralellik gösterirken, palmitik asit (%25.50, 24.90, 24.50, 22.90, 22.10) ve stearik asit

(%7.00, 6.00, 5.60, 5.70, 4.70) miktarları daha düşük oranlarda tespit edilmiştir. Bu durum balık türünün farklı olmasından, denemenin yapıldığı su ortamından ve balık büyüklüğünden kaynaklanabilir (Glencross ve ark., 2003a).

Araştırma sonuçlarına göre deneme yemlerinde toplam MUFA miktarlarına bakıldığında, KY100 yeminde %49.75, KY75'te %42.34, KY50'de %37.40, KY25'te %32.19 ve BY100'de %26.83 olarak belirlenmiştir.

Francis ve ark. (2006), murray morinasında kanola ve keten tohumu yağı ilave ederek hazırladıkları yemlerde yağ asitleri kompozisyonunu incelemişler, toplam MUFA'ları kanola yağı ilaveli yemde %61.90 ile en yüksek, keten tohumu yağı ilaveli yemde ise %17.23 olarak belirlemişlerdir. Kanola yağı ve bitkisel (olein yağı) ve hayvansal yağların ilavesi ile hazırlanmış kahverengi alabalık yemlerinde, yağ asitlerinin tespiti ile ilgili yapılan başka bir çalışmada Turchini ve ark. (2003), toplam MUFA miktarını kanola yağı içeren yemde %49.90 ile en yüksek, olein yağı içeren yemde %26.20 ile en düşük oranda tespit etmişler.

Araştırmada, deneme yemlerinde MUFA'lardan en fazla palmitoleik asit ve oleik asit tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerinden başka sadece KY25 ve KY50 yemlerinde miristoleik asit ve palmitoleik asit-2, KY100 yemi hariç diğer yemlerde cis-10 heptadesenoik asit ve vasenik asit, BY100 yemi hariç diğer yemlerde erusik asit ve bütün yemlerde eikosenoik asit belirlenmiştir. Palmitoleik asit en yüksek BY100 yeminde (%6.68), oleik asit ise en yüksek KY100 yeminde (%45.63) tespit edilmiştir. Palmitoleik asit hayvansal kökenli yağ asiti olduğu için BY100 yeminde, oleik asit ise bitkisel kökenli bir yağ olmasından dolayı KY100 yeminde yüksek oranda bulunması doğaldır.

Araştırma sonuçları ile farklı bitkisel yağlar ve kanola yağı kullanılarak yapılan çalışmalar karşılaştırıldığında, Turchini ve ark. (2003), kahverengi alabalık için hazırladıkları yemlerde toplam MUFA içerisinde oleik asitin dominant olduğunu, daha sonra sırasıyla palmitoleik ve vasenik asitin geldiğini, gökkuşağı alabalığı için Caballero ve ark. (2002) toplam MUFA içerisinde baskın olan yağ asitlerinin sırasıyla oleik, palmitoleik ve vasenik asit, Madrigal ve ark. (2005) oleik, palmitoleik, eikosenoik, vasenik ve erusik asit, Greene ve Selivonchick (1990) oleik, palmitoleik, eikosenoik, vasenik ve erusik asit, Liu ve ark. (2004) oleik ve palmitoleik asit, levrek için Mourente ve ark. (2005) oleik, palmitoleik, eikosenoik ve erusik asit olduğunu bildirmiştir. Bu durumda, tatlısu ve deniz balıkları için farklı bitkisel kaynaklı yağlarla

hazırlanmış yemlerde genel olarak baskın olarak tespit edilen MUFA'ların oleik ve palmitoleik asit olduğu söylenebilir.

Kanola yağının farklı oranlarda (%0, 10, 25, 50, 100) kullanıldığı Atlantik alabalığı yemlerinde yağ asitleri içeriklerinin tespit edilmesi ile ilgili olan bir çalışmada, Bell ve ark. (2003), oleik asit miktarlarının %12.40-44.50, palmitoleik asit miktarlarının ise %5.30-1.40 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuç, mevcut araştırma sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Araştırma sonunda, deneme yemleri ile beslenen gökkuşacağı alabalığında toplam MUFA miktarları en fazla %34.72 ile KY75 grubunda bulunmuş olup, sonra sırasıyla KY25'te %33.29, KY50'de %33.03, KY100'de %32.98 ve BY100'de %29.50 olarak belirlenmiştir.

Gökkuşacağı alabalığı yemlerinde keten tohumu ve zeytin yağının kullanıldığı başka bir çalışmada, balıkların kas dokularındaki toplam MUFA miktarlarının en yüksek zeytin yağı kullanılan yemlerle beslenen balıklarda (%51.60), en düşük ise keten tohumu yağı kullanılan yemlerle beslenen balıklarda (%15.60) olduğunu bildirilmiştir (Rinchard ve ark., 2007).

Rasyonlara %10.6 oranında katılan kanola, keten tohumu ve zeytin yağı ilaveli yemlerle beslenen levrek kas dokularındaki yağ asiti kompozisyonunun belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmada, Mourente ve ark. (2005) toplam MUFA miktarını en yüksek kanola yağı ilaveli yemle beslenen balıklarda (%43.0), sonra sırasıyla zeytinyağı (%3.70) ve keten tohumu yağı (%31.90) ilaveli yemle beslenen balıklarda tespit etmişlerdir.

Huang ve ark. (2008), 0, 25, 49 ve 72 oranlarında kanola yağı kullanarak chinook salmonun yağ asiti kompozisyonunun belirlenmesi ile ilgili yaptıkları çalışmada, toplam MUFA sırasıyla %45.10, 47.30, 50.70 ve 56.70; Grant ve ark., (2008)'nın 0, 11, 22, 33, 43 ve 54 oranlarında kanola yağı kullanılarak chinook salmonun yağ asiti kompozisyonunun belirlenmesi ile ilgili yaptıkları başka bir çalışmada, toplam MUFA sırasıyla %33.0, 37.30, 41.20, 44.90, 47.40, 51.5 olarak oldukça yüksek oranlarda belirlenmiştir.

MUFA oranı yüksek derecede oleik asit oranına bağlıdır. Çünkü bu grubun temel bileşeni oleik asittir (Beklevik, 2005). Alaşalvar ve ark. (2002) deniz levreklerinde, Rinchard ve ark. (2007) gökkuşacağı alabalığında, Izquierdo ve ark. (2005) çipuralarda, Huang ve ark. (2008) chinook salmonda, Bell ve ark. (2003) Atlantik

alabalığına MUFA'ların büyük bir kısmını oleik asidin oluşturduğunu belirtmişlerdir. MUFA'lar yumurta ve gonad gelişimi için ihtiyaç duyulan metabolik enerjiyi sağlayabilmek için büyük oranda katabolize edildiklerinden dolayı balık etlerinde en fazla depolanan yağ asitidir (Sargent, 1995).

Yapılan bu çalışmada, deneme yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında MUFA'lardan baskın halde bulunan yağ asitinin oleik ve palmitoleik asit olduğu belirlenmiş, oleik asit miktarları en yüksek KY75 grubunda %30.03, sonra sırasıyla KY100 grubunda %27.59, KY50'de %26.62, KY25'te 25.18 ve BY100'de %20.09 ve palmitoleik asit miktarları BY100 grubunda %6.23, KY25'te %5.32, KY50'de %4.67, KY75'te %3.88 ve KY100'de %3.33 olarak bulunmuştur.

Oleik, eikosanoik ve nervonik asitler gibi yağ asitleri esansiyel özellik taşımazlar. Direkt besin yoluyla alınabildiği gibi dokularda, karbohidrat ve amino asitlerin öncüllerinden de sentezlenebilen yağ asitleridir. Bu yağ asitlerinin oranları, beslenme süresince besin organizmalarının az veya çok oluşuyla değişebilmektedir (Konar ve ark., 1999).

Huang ve ark. (2008), %72 kanola yağı ilaveli yemle beslenen chinook salmonlarda oleik asit miktarını %46.30 ile oldukça yüksek bir düzeyde, palmitoleik asit miktarını ise %1.80 ile en düşük oranda tespit etmiştir. Farklı oranlarda kanola yağı (11, 22, 33, 43, 54) kullanılarak chinook salmonlarda yapılan başka bir çalışmada, oleik asit miktarı sırasıyla %25.00, %29.80, %34.90, %38.50, %43.40, palmitoleik asit miktarı ise sırasıyla %7.49, %6.36, %5.17, %4.32, %3.27 olarak belirlenmiştir (Grant ve ark., 2008). Chinook salmon yemlerinde kanola yağı oranı arttıkça oleik asit miktarında artış, palmitoleik asit miktarında ise azalma gözlenmiştir. Bu durum mevcut çalışma ile uyum göstermektedir. Farklı oranlarda kanola yağı kullanılarak yapılan diğer çalışmalarda, kırmızı çipura yavruları için Huang ve ark. (2007) oleik asit miktarını %35.10-52.20 ve palmitoleik miktarını ise %4.52-1.26 arasında, Atlantik alabalığı için Bell ve ark. (2003) oleik asit miktarını %22.00-38.60 ve palmitoleik asit miktarını ise %4.40-1.70 arasında tespit etmişlerdir.

Gökkuşuğu alabalığı için farklı bitkisel yağlarla ve bitkisel yağ karışımları ile yapılan çalışmalarda, Caballero ve ark. (2002) oleik ve palmitoleik asit miktarlarını, ançovi+soya, ançovi+kanola, ançovi+domuz+zeytin, kapelin+zeytin+hurma yağı karışımları ile yemlenen balıklarda, sırasıyla %17.60-32.60 ve %4.00-2.90 arasında, Şener ve Yıldız (2003) ayçiçeği ve soya yağı ile hazırlanan yemlerle beslenen balıklarda



%20.67-19.04 ve %2.25-2.30, Madrigal ve ark. (2005), hurma yağı ile hazırlanmış yemlerle beslenen balıklarda oleik asit ve palmitoleik asit miktarını sırasıyla %16.40, 20.20, 26.90 ve %4.20, 4.00, 2.30, Rincharde ve ark. (2007) zeytin+keten tohumu yağı ile hazırlanan yemle beslenen balıklarda %51.40 ve %3.50 olarak belirlemişlerdir.

Araştırmada elde edilen sonuçlar, farklı balık türleri ve gökkuşacağı alabalığı için tespit edilen araştırma sonuçlarının bazıları ile benzer çıkarken bazıları ile, balık türü ve büyüklüğü, kullanılan kanola yağı oranları, bitkisel yağ ve oranları, yemleme rejimi ve araştırma koşullarının farklı olması gibi nedenlerden dolayı azda olsa farklı bulunmuştur.

Araştırmada, deneme yemlerinde tespit edilen toplam PUFA'lar sırasıyla BY100 yeminde %38.11, KY25 yeminde %37.79, KY50 yeminde %36.11, KY75 yeminde %35.92 ve KY100 %34.02 'dir. Kanola yağı ilave edilerek hazırlanmış yemlerde toplam PUFA miktarlarını, Turchini ve ark. (2003)'nin kahverengi alabalıkta %29.7, Francis ve ark. (2006)'nin murray morinasında %29.86, Huang ve ark. (2008)'nin chinook salmonunda %28.10-26.4, Bell ve ark. (2003)'nin Atlantik alabalığında %31.10, Nielsen ve ark. (2005)'nin gökkuşacağı alabalığında %30.0, Glencross ve ark. (2003a)'nin çipura balığında %11.90-19.20 arasında saptadıkları değerlerden daha yüksek bulmuşlardır. Bu durum yemlere ilave edilen kanola yağı oranından ve balık türünden kaynaklanabilir.

Francis ve ark. (2006)'nin, murray morinasında toplam PUFA miktarı keten tohumu yağı ilaveli yemde %72.80 ile en yüksek oranda, kanola yağı ilaveli yemde ise %29.86 ile en düşük oranda bulunmuş, Huang ve ark. (2008)'nin tespit ettiği toplam PUFA miktarlarına bakıldığında (%30.80-29.10) mevcut çalışmadan daha düşük oranlarda olduğu görülmüştür.

Araştırmada, deneme yemlerinde en fazla sayıda tespit edilen yağ asitleri PUFA'lardır. Deneme yemlerinde kanola yağı oranı arttıkça linoleik asit ve linolenik asit miktarları artmış, eikosapentanoik asit (EPA) ve dekosahexanoik asit (DHA) miktarları ise azalmıştır. Linoleik asit ve linolenik asit en fazla KY100, EPA ve DHA en fazla BY100 yeminde tespit edilen dominant PUFA'lardır.

Tatlısu balıkları genellikle yemlerinde linoleik ve linolenik asit formundaki  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asitlerine ihtiyaç gösterirler (Martino ve ark., 2002; Izquierdo ve ark., 2003; Tocher, 2003). Bu çalışmada, *Oncorhynchus* genusuna ait farklı türler için diyetlerde %2 oranında gerekli olan linoleik asit ve linolenik asit miktarları (Yu ve Sinnhuber,

1979; Takeuchi ve Watanabe, 1982) bütün deneme yemlerinde gökkuşığı alabalıklarının ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde yüksek bulunmuştur.

Francis ve ark. (2006)'nın yaptıkları çalışmada, murray morinasında keten tohumu yağı ilaveli yemlerin %55.30'ünün linolenik asit ve %15.50'sinin linoleik asit, kanola yağı ilaveli yemlerin %19.83'ünün linoleik asit ve %7.88'inin linolenik asit olduğu belirtilmiştir. Ayrıca en yüksek EPA (%74.10) ve DHA (%13.90) miktarları balık yağlı yemlerde tespit edilmiştir.

Balık yağlarının çoğunda, PUFA  $\omega$ 3 serisi yağ asitlerinden EPA ve DHA yağ asitlerinin baskın olduğu görülmektedir. Uzun zincirli yağ asitleri genel olarak balık yağının 1/4'ünü veya 1/3'ünü oluşturur ve bu özellikleri ile bitkisel yağlardan ayrılırlar. Çünkü PUFA'lar bitkisel yağların nadiren %5'ini ve genellikle de %1'ini oluştururlar (Beklevik, 2005). Bu araştırma sonucunda elde edilen verilere göre, EPA PUFA'ların %4.60-2.20'lik kısmını, DHA ise %16.28-11.17'lik kısmını oluşturmaktadır.

Çalışmada, deneme yemleri ile beslenen gökkuşığı alabalıklarında PUFA miktarları incelendiğinde, tüm PUFA'lar içerisinde en fazla bulunan yağ asitinin linoleik asit, linolenik asit, EPA ve DHA olduğu bulunmuştur. Deneme yemlerinde kanola yağı oranı arttıkça linoleik asit ve linolenik asit miktarında gözlenen artış ile EPA ve DHA miktarındaki azalış, bu yemlerle beslenen gökkuşığı alabalıklarının etlerinde de gözlenmiştir. Benzer şekilde, Atlantik alabalığı için Bell ve ark. (2003), kırmızı çipura yavruları için Huang ve ark. (2007), chinook salmon için Grant ve ark. (2008), kahverengi alabalık için Turchini ve ark. (2003), çipura için Izquierdo ve ark. (2005) ve levrek için Montero ve ark. (2005)'nin yaptıkları çalışmalarla uyum içerisinde.

Araştırmada, deneme yemleri ile beslenen gökkuşığı alabalığı etlerinde linoleik asit ve linolenik asit yüzdeleri sırasıyla %8.39-16.55 ve %0.45-2.81 arasında en yüksek KY75 grubunda en düşük BY100 grubunda, EPA ve DHA yüzdeleri %2.20-4.60 ve %11.17-16.28 arasında en yüksek BY100 grubunda en düşük KY75 grubunda tespit edilmiştir.

Doku yağlarının yağ asiti kompozisyonları alabalıkların yemlerle aldıkları yağ asitlerinden oldukça etkilenir (Dosanjh ve ark., 1988; Lie ve ark., 1988; Torstensen ve ark., 2000). Bu özellikle baskın olan trigliseroller ve yemlerdeki yağ asitlerinin 0.95-1.00 arasındaki *r* değerine sahip olduğu et yağ asitleri ile çok yakından ilgili olan et yağları için doğrudur (Bell ve ark., 1998, 2001, 2002). Ancak yemlerdeki yağ asitleri et

içinde depolanan yağ asitleri ile yakından ilgili iken, spesifik yağ asitleri seçici olarak tutulur veya kullanılır. DHA'nın tutulması ve bırakılması et konsantrasyonlarında her zaman diyet konsantrasyonlarından daha yüksek olduğundan, eski çalışmalarda ayrıntılı bir şekilde tartışılmıştır (Bell ve ark., 2001). Mevcut çalışmada da DHA miktarı balık etlerinde yemlerden daha yüksek miktarlarda tespit edilmiştir.

Linoleik ve linolenik esansiyel yağ asitleri, balıkların dokularında, desaturaz enzimleri bulunmadığından sentezlenemezler. Bunlar, besin yoluyla alınıp vücudun diğer kısımlarına gönderilir. Diğer PUFA'lardan eikosatrienoik, eikosapentaenoik, dekosapentaenoik, dekosahexaenoik gibi yağ asitleri, linoleik ve linolenik asitlerden  $\omega 6$ ,  $\omega 5$  ve  $\omega 4$  desaturaz enzimleri tarafından dokularda, zincir uzama reaksiyonları sonucu (  $\omega 6$  desaturasyon yoluyla) sentezlenirler. Özellikle bu yağ asitleri balık türlerinin eşey hücrelerinin olgunlaşmaları esnasında kas ve karaciğer dokularından gonadlara taşınırlar (Konar ve ark., 1999).

Bununla birlikte, 22:1 $\omega$ 11 yağ asiti, linoleik asit ve linolenik asit yemlerde yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu (yemlerde her zaman etlerden daha yüksek bulunur) seçici bir şekilde etlerde kullanılır (Bell ve ark., 2001).

Beslenmede  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 oranının 1'den yüksek olması istenir. Bu oran 5/1 ise et kalitesi en yüksektir ve beslenme açısından ürün iyi kalitededir (Erdem, 2006). Yapılan çalışmada ortalama  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 oranı BY100 grubunda %1.87, KY25 grubunda %1.35, KY100 grubunda %1.24, KY50 grubunda %1.09 ve KY75 grubunda ise %0.85 olarak belirlenmiştir ( $p > 0.05$ ).

Alabalık yemlerinde, esansiyel yağ asitleri yetersiz ise büyümede gerileme, yüksek oranda ölüm, yüzgeç deformasyonları, eikosatrienoik asit (C20:3 $\omega$ -9) oranında yükselme gibi belirtiler görülmektedir. Yapılan çalışmada, deneme yemleri ile beslenen gökkuşacağı alabalıklarında bu belirtilere rastlanmamıştır. Bu da hazırlanan yemlerin gökkuşacağı alabalıklarının esansiyel yağ asiti ihtiyaçlarını karşılayacak yapıda olduğunu göstermektedir.

Bu sonuçlardan hareketle alabalık türleri arasında bitkisel yağların kabul edilebilirliğinin yüksek olduğu söylenebilir. Ancak, Izquierdo ve ark. (2005) çipura balıklarında, kalkan gibi diğer deniz balık türleri ile karşılaştırıldığında bitkisel yağların kullanılabilirliğinin daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Sonuç olarak, kanola yağı ilaveli yemlerle beslenen gökkuşacağı alabalıkları ile balık yağı ilaveli yemlerle beslenen gökkuşacağı alabalıkları arasında büyüme

performansı, vücut kompozisyonları ve yağ asiti kompozisyonları açısından çok önemli farklılıkların olmadığı, bu yüzden gökkuşığı alabalığı yemlerinde kanola yağının %100'e kadar rahatlıkla kullanılacağı sonucuna varılmıştır.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile yetiştiricilik açısından önemli bir yere sahip olan gökkuşağı alabalığı yemlerine, balık yağına alternatif kanola yağının kısmi olarak eklenmesi ile, büyüme parametreleri, kimyasal kompozisyonu ve balık et kalitesi açısından en önemli parametrelerden olan esansiyel yağ asidi değişimi incelenerek bitkisel yağların bu balık türü tarafından kullanılabilirliği belirlenmiştir.

İnsanoğlu daha anne karnında iken  $\omega$ -3 yağ asitlerine ihtiyaç duyar ve hayatın her evresinde bu ihtiyaç artarak devam eder. Bunun için sadece çocuk ve yaşlıların değil her yaş grubundaki insanların özellikle de anne adaylarının haftada en az iki öğün balık yemeleri gerekmektedir. Çağımızda ölümlerin %50'den fazlasının kalp krizi, damar tıkanıklığı, yüksek kolesterol ve kansere bağlı hastalıklardan kaynaklandığı, depresyon, stres, şiddet ve intihar vakalarının çok fazla arttığı düşünülürse, balık tüketiminin önemi daha iyi anlaşılır. Ülkemiz su kaynakları ve su ürünleri yönünden oldukça zengin bir coğrafyada yer alır. Ancak aşırı ve bilinçsiz avcılık gün geçtikçe balık stoklarını tüketmektedir. Bu durum da balık yetiştiriciliğine olan talebi arttırmaktadır.

Balık yetiştiriciliğinin ana hedefi en az masrafla en yüksek yaşama ve büyüme oranını elde etmektir. Besin maddeleri bakımından yeterli ve dengeli rasyonlarla yapılacak besleme, balık üretimini ekonomik bir hale getirecek ve balık yetiştiriciliğinin gelişmesini hızlandıracaktır. Bu sebeple, insan tüketimine sunulacak gökkuşağı alabalığı yemlerine yetiştiricilik periyodu boyunca kanola yağı katılarak, etteki yararlı besinlerin artırılması sağlanabilecektir.

Beslenme rejimi eğitimi çok iyi bilen ülkeler sağlık açısından en uygun gıdaları seçmeye özen göstermiştir. Bu gıdalar içinde de ilk sırayı doymamış yağ asitleri yönünden zengin olan balık ve diğer su ürünleri almıştır. Bu yağlar, sadece enerji kaynağı olmayıp aynı zamanda yağda çözünen vitaminleri bulundurmaları, proteinlerle birleşerek lipoproteinleri oluşturmaları ve kan lipid düzeylerinde rol oynamaları bakımından oldukça önemlidir. Bu durumda bize düşen, doymamış yağ asitleri yönünden zengin balıklar yetiştirebilmek için en uygun ve en ucuz hammaddeyi bularak, bunun balıkların yiyebileceği en uygun oranlarını tespit etmektir. Kanola birim alanda diğer yağ bitkilerine kıyasla daha yüksek oranda ürün ve yağ verirken yağ bitkileri arasında en ucuza elde edilen yağı sağlar.

Ayrıca, kanola küspesi % 67 oranında protein ihtiva etmesi nedeniyle aynı zamanda hayvan yemi için iyi bir hammaddedir. Kanola tohumu hiçbir işlem görmeden bile besi rasyonuna % 10, kanatlı rasyonuna % 20 oranında katılarak doğrudan besi materyali olarak kullanılabilir. Gün geçtikçe azalan balık stoklarına paralel olarak azalan balık unu yerine kanalo küspesi balık rasyonlarına balık ununun tamamlayıcısı olarak katılabilir. Böylelikle balık yem sanayine yeni bir ürünün katılması sağlanarak balık ununa olan bağımlılık azaltılabilir.

Bu çalışmanın sonucunda, Türkiye’de son yıllarda balık yetiştiriciliği sektörüne paralel olarak gelişen balık yemi sanayiinde dışa bağımlı olduğumuz göz önüne alınırsa yüksek maliyetli girdilerden birini oluşturan balık yağına alternatif olabilecek, daha ucuz ve sağlıklı bitkisel bir yağ kaynağının tespiti yapılmıştır. Kanola yağı kullanılarak, balık yağına alternatif bitkisel yağ destekli yemlerin hazırlanmasıyla, ulusal tarımsal kaynaklarımızdan daha fazla ve farklı bir alanda da faydalanılabilecektir. Bununla birlikte, öngörülen sonuçlar doğrultusunda balık yağı açısından dışa bağımlı olan yem sanayine alternatif, ulusal bir kaynak sunulmuştur. Bu yağ kaynağının gökkuşağı alabalığı yeminde kullanılmasıyla elde edilen verilerle ekonomiklik ve balık üzerindeki muhtemel etkilerinin ortaya konması da sağlanmıştır.

Bütün bunların yanı sıra, yurdumuzda üretilen bitkisel ve hayvansal yağlar tüketimi karşılayacak düzeyde değildir. Yemeklik yağ üretiminde bitkisel yağların önemi çok daha fazla olmasına rağmen yağ bitkilerinin ekiliş alanları sınırlıdır. Bu da yağ bitkilerinin hasat ve harman işlerinin zor olması ve maliyetteki yükselmelerden kaynaklanmaktadır. Bu bakımdan tohumlarında % 38-50 oranında yağ bulunan, tarımı son derece kolay kolza bitkisinin gereken ilgiyi görmesiyle ülkemizde yağ açığının kapatılmasına önemli oranda katkıda bulunulabilir. Mevcut yağ fabrikalarımızın bile hammadde yetersizliği sebebiyle sadece %60 kapasite ile çalıştığı düşünüldüğünde yağ sorununu çözmeye ithalat yoluna gidilmesi başvurulabilecek en son çözüm olmalıdır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından hayata geçirilmesi basit teknolojilere bağlı olan biyodizel aile bütçesine, ülke ekonomisine, ülkenin dışa bağımlılığının azalmasına, hava ve çevre kirliliğinin önlenmesine, dünya fosil yakıtlarının korunmasına vereceği katkılarla gelecekte, petrol ürünlerinden elde edilen motorinin alternatifi olarak durmaktadır. “Eğer bir gün fosil yakıtlar tükenirse ne yaparız?” sorusuna verilecek en güzel cevap çevreyle uyumlu bir ürün olan biyodizeldir.

Yıllarca aynı bitki türlerinin yetiştirilmesi, o türe has yabancı ot sorunlarına, hastalık ve zararlıların yoğunluğunun artmasına, toprağın besin maddesi dengesinin bozulmasına, organik maddenin azalmasına, toprağın biyolojik dengesinin ve yapısının bozulmasına sebep olmaktadır. Kanola, boş kalan araziye değerlendirir ve kış erozyonuna engel olur. Toprakları organik maddece zenginleştirir. Ayrıca küresel ısınmanın önüne geçilmesi, hava kalitesinin iyileştirilmesi, yeni istihdam sahası yaratarak, işsizlik sorununun çözümüne katkıda bulunması diğer yararlarıdır. Yazlık – kışlık çeşitleri olan kanolanın yetiştirme devresi de diğer yağ bitkilerine göre daha kısadır. Aynı zamanda nisan ayından hasada kadarki 4 aylık dönem boyunca çiçekliliğini muhafaza etmesi nedeniyle iyi bir bal bitkisidir.

Elde edilen sonuçlara göre, yemlere katılan kanola yağının gökkuşağı alabalığının büyüme parametreleri üzerinde balık yağına oranla önemli derecede etkili olmadığı saptanmıştır. Bitkisel veya hayvansal yağların bir çoğu, büyüme oranları karşılaştırılmaksızın farklı türler için su ürünleri yemlerinde balık yağının kısmi tamamlayıcısı olarak kullanılmaktadır. İleride yapılacak çalışmalarda, bu durum kullanılan bitkisel yağların sindirilebilirliği açısından da ele alınıp incelenirse balıkların bu yağları ne kadar etkin bir şekilde kullandıkları ortaya çıkarılmış olacaktır.

Günümüzde, balık yağının kullanım alanlarının artmasıyla birlikte, gün geçtikçe azalması, balık yemi yapımında farklı yağ kaynağı arayışına itmiştir. Bu tür çalışmalar bitkisel kaynaklı yağların, balık yağı ile birlikte balıkların büyüme performansını etkilemeden rahatlıkla kullanılabileceğini göstermektedir. Böylelikle yem sanayinde balık yağı kullanımını bitkisel yağlarla desteklenerek balık yağına olan bağımlılık da azalacaktır.

Balıklarda yağ miktarının ve yağı meydana getiren kimyasal bileşiklerin, alınan gıdalar ile çok yakından ilgisi vardır. Bunun için doymamış yağ asidi miktarının, yetiştiriciliği yapılan balıklara verilen rasyon ile artırılması mümkün olacaktır. Kanola yağı, mükemmel bir  $\omega$ -3 yağ asidi kaynağıdır, ayrıca yüksek oleik asit ve düşük seviyede doymuş yağ asidi içermektedir. MUFA'ların temel bileşeni oleik asit olduğu için, MUFA oranı yüksek derecede oleik asit miktarına bağlıdır. Ayrıca MUFA'lar yumurta ve gonad gelişimi için ihtiyaç duyulan metabolik enerjiyi sağlamak için büyük oranda katabolize edildiklerinden dolayı balık etlerinde en fazla depolanan yağ asitidir. Bu durumda kanola yağı farklı oranlarda balık rasyonlarına katılarak, yumurta ve gonad

gelişimi üzerine olan etkilerinin incelenmesi gelecekte yapılacak araştırma konularından birini oluşturabilir.

Ayrıca kanola yağı E vitamini bakımından oldukça zengindir. Balık yağı tabletleri, E vitamini eklenmiş olarak satılmaktadır. Bunun nedeni, balık yağındaki yüksek oranda çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) ve diğer yağ asitlerinin yaşlanmayı hızlandırıcı etkisi olduğu ve bunun da E vitamini takviyesiyle engellendiğidir. Bu açıdan ileride kanola yağı ile beslenmiş balıklarda vitaminlerin miktar ve cinsi hakkında yapılacak çalışmalar, bu yağın alternatif yağ kaynağı olarak kullanım çalışmalarını destekleyecektir.



## 8. KAYNAKLAR

- Akpınar, M.A., 1999.** Besinsel yağ asitlerinin ve açlığın *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843'un kas dokusu yağ asidi bileşimine etkisi. Türk.J.Vet. Anim. Sci., 23:309-317.
- Akyurt, İ., 1993.** *Balık Besleme*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları:156. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, s. 220.
- Alaşalvar, C., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shah, D.F., Alexis, M., 2002.** Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): Total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. Food Chemistry, 79: 145-150.
- Alpbaz, A., 2005.** *Su Ürünleri Yetiştiriciliği*. Alp Yayınları, Bornova-İzmir, 548 sayfa.
- Anonim, 1984.** Et ve Et Mamullerinde kül tayini, TS 1746.
- AOAC, 1980.** *Animal Feed*. W. Horwitz (Ed.). Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists, 13<sup>th</sup> Edition 7:125. USA. (Alınmıştır: Korkut, A.Y., Hoşsu, B., 1998).
- AOF, 2008.** Australian Oilseeds Federation. [www.australianoilseeds.com](http://www.australianoilseeds.com) (21.08.2008)
- Aras, N.M., Haliloğlu, H.İ., Bayır, A., Atamanalp, M., Sirkecioğlu, A.N., 2003.** Karasu havzası yeşildere çayı olgun dere alabalıkları (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril, 1858)'nda farklı dokuların yağ asidi kompozisyonlarının karşılaştırılması. Türk.J.Vet. Anim. Sci., 27:887-892.
- AYT, 2008.** Alternatif Yakıt Teknolojileri. Biodizel. Biodizelin hammaddesi kanola. Biodizelin Türk tarımına katkıları. <http://144.122.9.63/yyup/ekosistem/20050225/bidisel.ppt> (04.02.2008).
- Beklevik, G., 2005.** Farklı avlanma mevsimlerinin, deniz levreğinin (*Dicentrarchus labrax*, LINNE, 1758) kimyasal kompozisyonu ve dondurularak depolamada (-18 oC) kimyasal ve duyuşal kalite kriterlerine etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 125s.
- Bell, J.G., McEvoy, J., Webster, J.L., McGhee, F., Millar, R.M., Sargent, J.R., 1998.** Flesh lipid and carotenoid composition of Scottish farmed Atlantik salmon (*Salmo salar*) undergoing parr-smolt transformation. Lipids, 32:515-525.
- Bell, J.G., McEvoy, J., Tocher, D.R., McGhee, F., Campbell, P.J., Sargent, J.R., 2001.** Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. The Journal of Nutrition, 131:1535-1543.
- Bell, J.G., Henderson, R.J., Tocher, D.R., McGhee, F., Dick, J.R., Porter, A., Smullen, R.P., Sargent, J.R., 2002.** Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects muscle fatty acid composition and hepatic fatty acid metabolism. The Journal of Nutrition, 132:222-230.
- Bell, J.G., Tocher, D.R., Henderson, R.J., Dick, J.R., Crampton, V.O., 2003.** Altered Fatty acid compositions in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing linseed and rapeseed oils can be partially restored by a subsequent fish oil finishing diet. The Journal of Nutrition, 133:2793-2801.
- Bilgüven, M., 2002.** *Yemler Bilgisi, Yem Teknolojisi ve Balık Besleme*. Akademisyen Yayınevi. Yayın No:1. Mersin, 446 sayfa.
- Caballero, M.J., Lopez-Calero, G., Socorro, J., Roo, F.J., Izquierdo, M.S., Fernandez, A.J., 1999.** Combined effect of lipid level and fish meal quality on liver histology of gilthead seabream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 179:277-290.
- Caballero, M.J., Obach, G., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M., Izquierdo, M.S. 2002.** Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid

- digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 214: 253-271.
- Canola-council, 2007.** <http://www.Canola-council.org/pubs/meal8.html> (04.12.2007)
- Cho, S.H., Lee, S.M., Lee, S.M., Lee, J.H., 2005.** Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L) reared under optimum salinity and temperature conditions. *Aquaculture Nutrition*, 11:235-240.
- Creswell, R.LeRoy, 1993.** *Aquaculture Desk Reference*. Harbor Branch Oceanographic Inst., Inc., An avi Book Published by Van Nostrand Reinhold, New York, 206p.
- Çelik, M., Gökçe, M.A., 2003.** Çukurova (Adana) Bölgesi'nden beş ayrı tilapia türünün yağ asidi içeriklerinin tespiti. *Türk J. Vet. Anim. Sci.*, 27:75-79.
- Çevreselkimya, 2008.** Kanola. [www.cevreselkimya.com.tr](http://www.cevreselkimya.com.tr) (26.08.2008)
- Cowey, C.B., Mackie, A.M. and Bell, J.G., 1985.** *Nutrition and Feeding in Fish*. Academic Press. INC. LTD. 24/28, Oval Road. London. NW1 7 DX. 489 p. (Alınmıştır; Akyurt, 1993).
- Demirci, M., 2003.** *Gıda Kimyası*. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, II. Baskı, Tekirdağ, 219s.
- Deniz, E., Uzunhasanoğlu, H., 1991.** Türkiye'nin iki alt tür alabalığı (*S. trutta macrostigma*, *S. trutta labrax*) üzerine morfoloji ve gıda yönünden (et verimi) araştırmalar. A.Ü. Veteriner Fakültesi Anatomi ve Besin Kontrolü-Hijyen Kürsüleri, Ankara, s.48-67.
- Diler, A., 1996.** Çapalı Gölü Turna Balığı (*Esox lucius*, L.)'nın Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesi ile Et Veriminin Mevsimsel Değişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta, 58s.
- Diler, İ., Duyar, H.A., Çaklı, Ş., 1997.** Farklı renk maddeleri kullanılarak kültüre alınan gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*, W.)'nın kimyasal yapısı ve yağ asit kompozisyonları üzerine bir araştırma. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Eğirdir, Isparta, s. 506-516.
- Dosanjh, B.S., Higgs, D.A., Plotnikoff, M.D., McBride, J.R., Markert, J.R., Buckley, J.T., 1984.** Efficacy of canola oil, pork lard and marine oil singly and in combination as supplemental dietary lipid sources for juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture*, 36:333-345.
- Dosanjh, B.S., Higgs, D.A., Plotnikoff, M.D., Markert, J.R., Buckley, J.T., 1988.** Preliminary evaluation of canola oil, pork lard and marine lipid singly and in combination as supplemental dietary lipid sources for juvenile fall chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture*, 68:325-343.
- Dosanjh, B.S., Higgs, D.A., McKenzie, D.J., Randall, D.J., Eales, J.G., Rowshandeli, N., Rowshandeli M., Deacon, G., 1998.** Influence of dietary blends of menhaden oil and canola oil on growth, muscle lipid composition, and thyroidal status of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in sea water. *Fish Physiology and Bioch.*, 19 (2): 123-134.
- Drew, M.D., Ogunkoya, A.E., Janz, D.M., Van Kessel, A.G., 2007.** Dietary influence of replacing fish meal and oil with canola protein concentrate ve vegetable oils on growth performance, fatty acid composition and organochlorine residues in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 267:260-268.
- Du, Z.Y., Liu, Y.J., Tian, L.X., Wang, J.T., Wang, Y., Liang, G.Y., 2005.** Effect of dietary lipid level on growth, feed utilization and body composition by juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture Nutrition*, 11:139-146.
- EİE, 2007.** Elektrik İşleri Etüt İdaresi. Biyodizel.

- [www.eie.gov.tr/biyodizel/index\\_biyodizel.html](http://www.eie.gov.tr/biyodizel/index_biyodizel.html) (04.12.2007)
- Elazığtarım, 2007.** Kanola fotoğraf arşivi  
<http://www.elazigtarim.gov.tr/foto/folderview.asp?folder=KANOLA>  
(25.07.2007)
- Erdem, M., 2000.** *Balık Besleme ve Yem Teknolojisi Ders Notları*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sinop Su Ürünleri Fakültesi, Sinop, 140 sayfa.
- Erdem, M.E., 2006.** Doğu Karadeniz Bölgesinde Doğadan Avlanan ve Yetiştiriciliği Yapılan Dere Alabalığının (*Salmo trutta forma fario* LINNEAUS, 1758) Et Kalitesinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Sinop, 111s.
- Erengöz, Ç., 2004.** Kanola tarımı hakkında teknik rapor. Bursa, 4 sayfa.  
[www.erengozgin.org](http://www.erengozgin.org). (03.07.2007)
- FAO, 2005.** [www.fao.org/docrep/005/AC742E/AC742E65.gif](http://www.fao.org/docrep/005/AC742E/AC742E65.gif). (alınmıştır; Güllü, K., Güner, Y., Güzel, Ş., Kayım, M., Serezli, R., Öksüz, A., Bircan, R., Atamanalp, M., Tokşen, E., Kocabaş, M., 2007.)
- FAS, 2008.** Foreign Agricultural Services. [www.fas.usda.gov](http://www.fas.usda.gov) (26.07.2008)
- Figueiredo-Silva, A.C., Rema, P., Bandarra, M.L., Nunes, M.L., Valente, L.M.P., 2005.** Effects of dietary conjugated linoleic acid on growth, nutrient utilization, body composition, and hepatic lipogenesis in rainbow trout juveniles (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 248:163-172.
- Fontagné, S., Pruszyński, T., Corraze, G., Bergot P., 1999.** Effect of coconut oil and tricaprilyn on survival, growth and fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 179:241-251.
- Francis, D.S., Turchini, G.M., Jones, P.L., De Silva, S.S., 2006.** Effects of dietary oil source on growth and file fatty acid composition of Murray cod, *Maccullochella peelii peelii*. *Aquaculture*, 253:547-556.
- Glencross, B., Hawkins, W., Curnow, J., 2003a.** Evaluation of canola oils as alternative lipid resources in diets for juvenile red seabream, *Pagrus auratus*. *Aquaculture Nutrition*, 9:305-315.
- Glencross, B.D., Hawkins, W. E., Curnow, J.G., 2003b.** Restoration of the fatty acid composition of red seabream (*Pagrus auratus*) using a fish oil finishing diet after grow-out on plant oil based diets. *Aquaculture Nutrition*, 9:409-418.
- Grant, A.A.M., Baker, D., Higgs, D.A., Brauner, C.J., Richards, J.G., Balfry, S.K., Schulte, P.M., 2008.** Effects of dietary canola oil level on growth, fatty acid composition and osmoregulatory ability of juvenile fall chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture*, 277:303-312.
- Greene, D.H.S., Selivonchick, D.P., 1990.** Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipid and hematology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 89:165-182.
- Güllü, K., Güner, Y., Güzel, Ş., Kayım, M., Serezli, R., Öksüz, A., Bircan, R., Atamanalp, M., Tokşen, E., Kocabaş, M., 2007.** Balık üreticisi el kitabı. Avrupa Birliği, Doğu Anadolu Kalkınma Programı, 100. Yıl Üniversitesi Ziraat Fak., Proje Koordinasyon Merkezi Yayını, Van.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., Fırat A., 2001.** *Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:50. Basımevi, Bornova, İzmir, 276s.
- Huang, S.S.Y., Oo, A.N., Higgs, D.A., Brauner, C.J., Satoh, S., 2007.** Effect of dietary canola oil level on the growth performance and fatty acid composition of juvenile red sea bream, *Pagrus major*. *Aquaculture*, 271:420-431

- Huang, S.S.Y., Fu, C.H.L., Higgs, D.A., Balfry, S.K., Schulte, P.M., Brauner, C.J., 2008.** Effects of dietary canola oil level on growth performance, fatty acid composition and ionoregulatory development of spring chinook salmon parr, *Oncorhynchus tshawytscha*. *Aquaculture*, 274:109-117.
- Huss, H.H., 1995.** Quality and Quality Changes in Fresh Fish. FAO Fisheries Technical Paper, No:348. Rome, 195p.
- Izquierdo, M.S., Obach, G., Arantzamendi, L., Montero, D., Robaina, L., Rosenlund, G., 2003.** Dietary lipid sources for seabream and seabass: growth performance, tissue composition and flesh quality. *Aquaculture Nutrition*, 9:397-407.
- Izquierdo, M.S., Montero, D., Robaina, L., Caballero, M.J., Rosenlund, G., Ginés, R., 2005.** Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long term period. Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding. *Aquaculture*, 250:431-444.
- Jordal, A.O., Torstensen, B.E., Tsoi, S., Tocher, D.R., Lall, S.P., Douglas, S.E., 2005.** Dietary Rapeseed oil affects the expression of genes involved in hepatic lipid metabolism in Atlantik salmon (*Salmo salar*). *The Journal of Nutrition*, 135:2355-2361.
- Kaushik, S.J., 2004.** Fish oil replacement in aquafeeds. *Aqua Feeds: Formulation and Beyond* 1(1),3-6.
- Kaya, Y., Duyar, H.A., Erdem, M.E., 2004.** Balık yağ asitlerinin insan sağlığı açısından önemi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 21(3-4):365-370.
- Kesaptarım, 2007.** Kanola Yetiştiriciliği.  
[www.kesaptarim.gov.tr/.../article.php?lid=260](http://www.kesaptarim.gov.tr/.../article.php?lid=260) (04.05.2007)
- Keskin, R., 2007.** Kanolanın önemi.  
<http://ridvankeskin.blogspot.com/2007/01/kanola.html> (04.05.2007)
- Khan, M.A., Jafri, A.K., Chadha, N.K., Usmani, N., 2003.** Growth and body composition of rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing oilseed meals: partial or total replacement of fish meal with soybean meal. *Aquaculture Nutrition*, 9:391-396.
- Konar, V., Canpolat, A., Yılmaz, Ö., 1999.** *Capoeta trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus*'un kas dokularındaki total lipid ve yağ asidi miktar ve bileşimlerinin üreme periyodu süresince değişimi. *Tr.J. of Biology*, 23:319-330.
- Korkut, A.Y., Hoşsu, B., 1998.** *Balık Besleme ve Yem Teknolojisi-II*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No.4, Ders Kitabı Dizini, No.23, İzmir, 250s.
- Korkut, A.Y., Kop, A. ve Demir, P., 2007.** Balık yemlerinde kullanılan balık yağı ve özellikleri. *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 24(1-2):195-199.
- Kris-Etherton, P.M., Harris, W.S., Lawrence, J., 2002.** Fish composition, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular diseases. *American Heart Association, Ins., New York*, 19. (Alınmıştır: Erdem, 2006).
- Legendre, M., Kerdehuen, N., Corraze, G., Bergot, P., 1995.** Larval rearing of an African catfish, *Heterobranchus longifilis*, (Teleostei, Clariidae): Effect of dietary lipids on growth, survival and fatty acid composition of fry. *Aquat. Living Res.*, 8:355-363.
- Lie, Ø., Waagbo, R., Sandnes, K., 1988.** Growth and chemical composition of adult Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed dry silage based diets. *Aquaculture*, 69:343-353.

- Liu, K.K.M., Barrows, F.T., Hardy, R.W., Dong, F.M., 2004.** Body composition, growth performance, and product quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing poultry fat, soybean/corn lecithin, or menhaden oil. *Aquaculture*, 238:309-328.
- López, L.M., Torres, A.L., Durazo, E., Drawbridge, M., Bureau, D.P., 2006.** Effects of lipid on growth and feed utilization of white seabass (*Atractoscion nobilis*) fingerlings. *Aquaculture*, 253:557-563.
- Ludorf, W. and Meyer, V., 1973.** *Fische und Fischerzeugnisse*. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg, p:125-130, ISBN: 3 489 71914 X.
- Madrigal, J.F., Karalazos, V., Campbell, P.J., Bell, J.G., Tocher, D.R., 2005.** Influence of dietary palm oil on growth, tissue fatty acid compositions, and fatty acid metabolism in liver and intestine in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 11:241-250.
- Martino, R.C., Cyrino, J.E.P., Portz, L., Trugo, L.C., 2002.** Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. *Aquaculture*, 209:233-246.
- Martins, D., Gomes, E., Rema, P., Dias, J., Ozório, R.O.A., Valente, L.M.P., 2006.** Growth, digestibility and nutrient utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles fed different dietary soybean oil levels. *Aquaculture International*, 14(3):285-295.
- Menoyo, D., Lòpez-Bote, C. J., Bautista, J. M., Obach, A., 2003.** Growth, digestibility and fatty acid utilization in large Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed varying levels of n-3 and saturated fatty acids. *Aquaculture*, 225:295-307.
- Menoyo, D., Lòpez-Bote, C.J., Obach, A., Bautista, J. M., 2005.** Effect of dietary fish oil substitution with liseed oil on the performance, tissue fatty acid profile, metabolism, and oxidative stability of Atlantic salmon. *The Journal of Animal Science*, 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.
- Montero, D., Robaina, L., Caballero, M.J., Ginés, R., Izquierdo, M.S., 2005.** Growth, feed utilization and flesh quality of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing vegetable oils: A time-corces study on the effect of a re-feeding period with a 100% fish oil diet. *Aquaculture*, 248:121-134.
- Mourente, G., Good, J.E., Bell, J.G., 2005.** Partial substitution of fish oil with rapeseed, linseed and olive oils in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax*): effects on flesh fatty acid composition, plasma postaglandins E<sub>2</sub> and E<sub>2a</sub>, immune function and effectiveness of a fish oil finishing diet. *Aquaculture Nutrition*, 11:25-40.
- Naz, M., Yılmaz, E., Akyurt, İ., 2003.** Karabalık (*Clarias gariepinus*) yemlerine prina yağı ilavesinin büyüme ve vücut kompozisyonuna etkileri. XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu.
- New, M.B., 1987.** Feed and Feeding of Fish and Shirimp. FAO/UNDP Aquaculture Development and Coordination Programme. DCP/REP/87/26. Rome. (alınmıştır; Hoşsu, B., Korkut, A.Y. ve Fırat A., 2001).
- Nielsen, N.S., Götttsche, J.R., Holm, J., Xu, X., Mu, H., Jacobsen, C., 2005.** Effect of structured lipids based on fish oil on the growth and fatty acid composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 250:411-415.

- NRC, 1993.** Pages 13-15 in Nutrient Requirement of Fish. National Academy Press, Washington, DC.
- Ölmez, M., Aybal, N.Ö., 2006.** Balık beslemede kanola (*Brassica sp*) kullanımı. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23(1/2): 269-273.
- Özoğul, Y., 2001.** The Evaluation of Plant Proteins in Rainbow Trout Diets. Ph.D. Thesis, The University of Lincoln, 191p.
- Pigott, G.M., Tucker, B.W., 1990.** *Seafood Effect of Tecnology on Nutrition*. Marcel Dekker Inc., New York, 359p. (Alınmıştır; Erdem, 2006).
- 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.
- Rinchard, J., Czesny, S., Dabrowski, K., 2007.** Influence of lipid class and fatty acid deficiency on survival, growth, and fatty acid composition in rainbow trout juveniles. *Aquaculture*, 264:363-371.
- Rosenlund, G., Obach, A., Sandberg, M.G., Standal, H., Tveit, K., 2001.** Effect of alternative lipid sources on long term growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture Research*, 32(Suppl. 1): 323-328.
- Sargent, J.R., 1995.** Origins and functions of egg lipids: Nutritional implications. (Edited by Bromage, N.R., Roberts R.J). *Broodstock Management and Egg and Larval Quality*. Blackwell, Oxford, pp. 353-372. (Alınmıştır; Beklevik, 2005).
- Schulz, C., Knaus, U., Wirth, M., Rennert, B., 2005.** Effects of varying dietary fatty acid profile on growth performance, fatty acid, body and tissue composition of juvenile pike perch (*Sander lucioperca*). *Aquaculture Nutrition*, 11:403-413.
- Solberg, C., 2004.** Influence of dietary oil content on the growth and chemical composition of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture Nutrition*, 10:31-37.
- Subhadra, B., Lochmann, R., Rawles, S., Chen, R., 2006.** Effect of dietary lipid source on the growth, tissue composition and hematological parameters of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture*, 255:210-222.
- Süzer, S., 2007.** Kanola tarımı  
<http://www20.uludag.edu.tr/~yahyau/kanolauretimi.htm> (04.05.2007)
- 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.
- Şener, E., Yıldız, M., Savaş, E., 2006.** Effect of vegetable protein and oil supplementation on growth performance and body composition of Russian sturgeon juveniles (*Acipenser guldenstaedtii* Brandt,1833) at low temperatures. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 6:23-27.
- Tacon, A.G., 2004.** Use of fish meal and fish oil in aquaculture: a global perspective. *Aquaculture Resources, Culture and Development* 1(1):3-14.
- Tato, A., 1993.** Concerns, for utilization of marine lipids and oils. *Food Tecnology*, 5:151-155. (Alınmıştır; Erdem, 2006).
- Telefoncu, A., 1993.** Besin Kimyası. E.Ü. Fen Fak. Yayınları, No:149, İzmir, 216 s.
- TİK, 2008.** Türkiye İstatistik Kurumu, Yağlı Tohumlar. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) (21.08.2008)
- Tocher, D.R., 2003.** Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Rev.Fish.Sci.*, 11:107-184.
- Torstensen, B. E., Lie, Ø., Frøyland, L., 2000.** Lipid metabolism and tissue composition in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.).—Effects of capelin oil, palm

- oil, and oleic acid-enriched sunflower oil as dietary lipid sources. *Lipids* 35:653–664.
- Tucker, J.W., Jr., Lellis, W.A. Vermeer, G.K., Roberts, D.E., Jr., Woodward, P.N., 1997.** The effects of experimental starter diets with different levels of soybean or menhaden oil on red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, 149:323-339.
- Turchini, G.M., Mentasti, T., Frøyland, L., Orban, E., Caprino, F., Moretti, V.M., Valfré, F., 2003.** Effects of alternative dietary lipid sources on performances, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo trutta* L.). *Aquaculture*, 225:251-267.
- TURKUB 2007a.** Kanola.  
[www.turkub.com/page\\_index.php?type=Kanola&id=11](http://www.turkub.com/page_index.php?type=Kanola&id=11) (04.05.2007)
- TURKUB, 2007b.** Kanola yağı.  
[www.turkub.com/page\\_index.php?type=Kanola&id=20](http://www.turkub.com/page_index.php?type=Kanola&id=20) (04.05.2007)
- TURKUB, 2007c.** Kanolanın kullanım alanları; Arıcılık  
[www.turkub.com/page\\_index.php?type=Kanola&id=13](http://www.turkub.com/page_index.php?type=Kanola&id=13) (04.05.2007)
- Tülsner, M., 1994.** Fischverarbeitung band 1, rohstoffergenschaften von fische und grundlagen der verarbeitungs Prozesse. Behr's Verlag-Hamburg, 19-23, 55-66. (Alınmıştır; Erdem, 2006).
- Tüzün, A.M., Yenigün, R., Almasulu, S., Er, G.P., Kellecioğlu, V.A., 2007.** Kolzanın tarımı, önemi ve GAP bölgesinde yapılan araştırmalar.  
<http://www.gap.gov.tr/Turkish/Tarim/Makale/mbu10.html> (04.05.2007)
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., Baygar, T., 2004.** *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. İ.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul, 491 s.
- Volfram, G., 1989.**  $\omega$ -3 und  $\omega$ -6 fettasuren-biochemish ebesonderheitenund biologische wirkungen. *Fette Saifen Anstrichmittel*, 12p.459-468. (Alınmıştır; Erdem, 2006).
- Wonnacott, E., Lane, R.L., Kohler, C.C., 2004.** Influence of dietary replacement of menhaden oil with canola oil on fatty acid composition of sunshine bass. *North American Journal of Aquaculture*, 66(4):243-250.
- Xue, M., Luo, L., Wu, X., Ren, Z., Gao, P., Yu, Y., Pearl, G., 2006.** Effects of six alternative lipid sources on growth and tissue fatty acid composition in Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*). *Aquaculture*, 260:206–214.
- Yıldız, M., Şener, E., 1997.** Effects of dietary supplementation with soybean oil, sunflower oil or fish oil on the growth of seabass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758). *Cah. Options Mediterranean*, 22:225-233.
- 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, Sinop*, 574-587.
- Yıldız, M., Şener, E., 2003.** Levrek (*Dicentrarchus labrax* L.) başlangıç yemlerinde balık yağı yerine kullanılan farklı bitkisel yağların karaciğer yağı kompozisyonuna etkisi. *Türk Veteriner Hayvancılık Dergisi*, 27:709-717.
- Yigit, M., Yardim, Ö., Koshio, S., 2002.** The protein sparing effects of high lipid levels in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) with special reference to reduction of total nitrogen excretion. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 54(2):79-88.
- Yiğit, M., Ustaoglu, S., 2003.** Total ve besin maddesi sindirilme oranlarının su ürünleri yetiştiriciliğindeki önemi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 20(1-2):287-294.

**ÖZGEÇMİŞ**

1974 yılında Samsun'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Samsun'da tamamladı. 1990 yılında Sinop Su Ürünleri Fakültesi'nde yüksek öğrenimine başladı ve 1994 yılında mezun oldu. 1994 yılında O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı olarak Sinop Su Ürünleri Fakültesi'nde yüksek lisans öğrenimine başladı ve 1997 yılında mezun oldu. 2002 yılında O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı olarak Sinop Su Ürünleri Fakültesi'nde doktora öğrenimine başladı ve halen devam etmekte.