

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**FARKLI TİCARİ YEMLERLE BESLEMENİN GÖKKUŞAĞI
ALABALIKLARININ (*Oncorhynchus mykiss*) BÜYÜME PERFORMANSINA,
BALIK ETİ BİLEŞİMİNE VE YAĞ ASİTLERİ PROFİLİNE ETKİSİ**

Nurten BEYTER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2008
Her hakkı saklıdır**

ÖZET

Doktora Tezi

FARKLI TİCARİ YEMLERLE BESLEMENİN GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARININ (*Oncorhynchus mykiss*) BÜYÜME PERFORMANSINA, BALIK ETİ BİLEŞİMİNE VE YAĞ ASİTLERİ PROFİLİNE ETKİSİ

Nurten BEYTER

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışma: Prof. Dr. Nuray KOLSARICI

Bu araştırmada 88.15 ± 2.38 g ağırlığa ulaşmış gökkuşağı alabalıkları materyal olarak kullanılmıştır. On haftalık besleme döneminde üretim teknolojileri ve içerikleri farklı olan üç tip ticari yem ile [pelet (C), ekstrude (B), expanded (A)] beslenmiştir. Alabalıklar temizlenip gerekli ölçümleri yapılarak büyüme performansı, kondüsyon faktörü (KF), viscerosomatik indeks (VSI), hepatosomatik indeks (HSI) ve fileto verimi (FV) hesaplanmış, kimyasal analizleri; pH, nem, yağ, kolesterol, toplam uçucu bazik-azot (TVB-N), tiyobarbutirik asit (TBA), serbest yağ asitliği (SYA) ve yağ asitleri dağılımı yapılmıştır. Bu işlemlerden sonra filetolar bireysel hızlı dondurucuda (IQF) -40°C 'de tutularak dondurulmuş ve daha sonra -18°C 'lik derin dondurucuda depolanmıştır. Örneklerin 6 aylık donmuş depolama sürecinde 1'er aylık periyotlarda kimyasal (pH, TVB-N, TBA, serbest yağ asitliği ve yağ asitleri dağılımı) değişimleri incelenmiştir. Ayrıca örnekler 7 kişiden oluşan panelist grubu tarafından donmuş depolama döneminde birer aylık periyotlarda duyuusal açıdan incelenmiştir.

Çalışmada, farklı yemlerle beslenen gruplarda %FV değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı ($p>0.05$), VSI, HSI ve KF değerleri arasındaki farkın önemli olduğu ($p<0.05$), C grubunda VSI ve KF değerinin, B grubunda ise HSI değerinin düşük olduğu görülmüştür. Ham yağ ve metabolik enerji içeriği düşük olan yemle beslenen C grubunda canlı ağırlık artışının az olduğu görülmüştür. A, B ve C yemleri ile beslenen grupların yağ asitleri dağılımları donmuş depolama sonunda doymuş yağ asitlerinde sırası ile %23.88, %24.49, %26.71, tekli doymamış yağ asitlerinde %38.89, %41.10, %35.80, çoklu doymamış yağ asitleri değerleri ise %37.20, %34.44, %37.52 olarak tespit edilmiştir. Sağlık açısından büyük önem taşıyan eikosapentanoik asit (EPA) ve dokosaheksanoik asit (DHA) yağ asitleri, B yemi ile beslenen grupta (EPA %2.40 ve DHA %10.27) diğer deneme gruplarına göre daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Yağ asitleri profilleri incelendiğinde, balık filetolarının yağ asidi profillerine beslemede kullanılan yemlerin yağ asiti içeriklerinin yansımadağı, ancak içerdığı antioksidantların etkisi olduğu görülmüştür. 6 aylık donmuş depolama dönemi süresince yapılan duyuusal analizler sonucunda periyot ve grupların etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Besleme sonucunda ağırlık artışı, et verimi ve besin kalitesi açısından ekstrude yemin diğer yemlere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Temmuz 2008, 113 sayfa

Anahtar Kelimeler: Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), pelet yem, ekstrude yem, expanded yem, büyüme, yağ asiti.

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

EFFECTS OF DIFFERENT COMMERCIAL FEEDS ON THE RAINBOW TROUT'S (*Oncorhynchus mykiss*) GROWTH, MEAT COMPOSITION AND FATTY ACIDS PROFILE

Nurten BEYTER

Ankara University
Graduated School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Nuray KOLSARICI

In this study, rainbow trout attained the weight of 88.15 ± 2.38 g were used as material. The rainbow trout were fed with three different types of commercial feeds [pelet (C), extrude (B), expanded (A)] which has different production technology and composition for a feeding period of ten weeks. At the end of the feeding period trout were de-boned and the growth performance, condition factor (CF), viscerosomatic index (VSI), hepatosomatic index (HSI) and fillet yield (FY) were measured and chemical analyses; pH, humidity, dry substances, fat, cholesterol, total volatile basic nitrogen (TVB-N), thiobarbituric acid (TBA), free fat acidity and distribution of fatty acids were conducted. The trout fillets were frozen in an individual quick freezer (IQF) at -40°C and stored at -18°C in a deep-freezer. Chemical (pH, TVB-N, TBA, free fat acidity and distribution of fatty acids) changes in the samples were examined in every one-month during a 6-month frozen storage period. Furthermore, the samples were exposed to sensory analyses by a 7 member panel in each month of the storage.

Results from the study indicated that the differences among the groups fed with different commercial feeds were insignificant ($p > 0.05$) in term of FY %, and significant in terms of CF values that were observed to be lower in the group fed on C, VSI % and HSI % values. Additionally, the group fed on C, having relatively lower crude fat and metabolic energy, when compared to other groups. The distribution of fatty acids in the groups fed on A, B and C were respectively as follows: 23.78 %, 24.49 % and 26.71 % for saturated; 33.89 %, 41.10 %, and 38.80 % for monounsaturated; and 37.20 %, 34.44 % and 37.52 % for polyunsaturated fatty acids. The levels of eicosapentanoic acid (EPA) and docosahexanoic acid (DHA), which are very beneficial for health, were found to be higher (EPA 2.40 % and DHA 10.27 %) in the group fed on B in comparison to other experimental groups. The fatty acid profile of the rainbow trout fillets did not reflect the fatty acid profile of the diets. Antioxidants had a significant effect on the stability of fatty acids. Significant differences were detected among the groups in terms of sensory analyses carried out during the 6-month storage period ($p < 0.05$). At the end of the feeding period it was seen that the extrude (B) feed was the better one as compared to others, considering the weight gain, fillet yield and quality.

July 2008, 113 pages

Key Words: Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), pelet feed, extrude feed, expanded feed, growth, fatty acid.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının her aşamasında bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren, karşılaştığım her zorlukta yardımlarını ve manevi desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Nuray KOLSARICI'ya (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), çalışmamda yapmış olduğu yardımlardan dolayı Sayın Doç. Dr. Kezban CANDOĞAN'a (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), bilime gösterdiği saygı ve verdiği destek için ER-SU Su Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti. Müdürü Sayın Atilla ERTÜK'e, Değerli çalışma arkadaşlarıma, beni her zaman destekleyen ve teşvik eden sevgili annem Gülten GÜNAYDIN'a ve eşim Erkan BEYTER'e en içten teşekkürlerimi sunarım. Sevgili babam Yüksek Ziraat Mühendisi Arif Hikmet GÜNAYDIN'ın anısına.

Nurten BEYTER

Ankara, Temmuz 2008

SİMGELER DİZİNİ

AA	Araşidonik Asit
AF	Alabalık Filetosu
ALA	Alfa-Linolenik asit
AI	Aterojenik İndeks
ÇDYA	Çoklu Doymamış Yağ Asiti
DHA	Dokosaheksanoik Asit
DPA	Dokosapentaenoik Asit
DYA	Doymuş Yağ Asiti
EPA	Eikosapentanoik Asit
FV	Fleto Verimi
GLA	Gamma-Linolenik Asit
HSI	Hepatosomatik İndeks
IQF	Bireysel Hızlı Dondurucu
LA	Linoleik Asit
SDS-PAGE	Sodyum Dodesil Sülfat Jel Elektroforezi
SPAF	Sebze Püresi ile Kaplanmış Alabalık Filetosu
SYA	Serbest Yağ Asitliği
TBA	Tiyobarbiturik Asit
TDYA	Tekli Doymamış Yağ Asiti
TI	Trombojenik İndeks
TVB-N	Toplam Uçucu Bazik-Azot
VSI	Viscerosomatik İndeks

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	38
3.1 Materyal	38
3.1.1 Deneme yeri	38
3.1.2 Balık materyali	39
3.1.3 Yem materyali	40
3.1.4 Su materyali	40
3.2 Metot.....	41
3.2.1 Örneklerin hazırlanması.....	41
3.2.2 Uygulanan analizler	41
3.2.2.1 Nem miktarının belirlenmesi	41
3.2.2.2 Yağ miktarının belirlenmesi	42
3.2.2.3 Kolesterol miktarının belirlenmesi	42
3.2.2.4 Protein miktarının belirlenmesi.....	42
3.2.2.5 Kül içeriğinin belirlenmesi.....	43
3.2.2.6 Mineral madde içeriğinin belirlenmesi.....	43
3.2.2.7 Kondisyon faktörü (KF) değerinin belirlenmesi	44
3.2.2.8 Hepatosomatik indeks (HSI) değerinin belirlenmesi	44
3.2.2.9 Viscerosomatik indek (VSI) değerinin belirlenmesi	44
3.2.2.10 Yaşama oranının (%) belirlenmesi.....	44
3.2.2.11 Fileto verimi (FV) değerinin belirlenmesi	44
3.2.2.12 pH değerinin belirlenmesi.....	45

3.2.2.13 Serbest yağ asitliğinin belirlenmesi.....	45
3.2.2.14 Tiyobarbitürik asit (TBA) değerinin belirlenmesi	45
3.2.2.15 Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerinin belirlenmesi	46
3.2.2.16 Yağ asitlerinin belirlenmesi	47
3.2.2.17 Aterojenik indeks (AI) değerinin belirlenmesi	48
3.2.2.18 Trombojenik indeks (TI) değerinin belirlenmesi	48
3.2.2.19 SDS-PAGE ile proteinlerdeki değişimin belirlenmesi.....	49
3.2.2.20 Duyusal analiz	50
3.2.2.21 İstatiksel değerlendirme	51
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	52
4.1 Alabalık Yemlerindeki Analiz Sonuçları	52
4.2 Besleme Süresince Alabalıkların Gelişimine Ait Sonuçlar	55
4.3 Besleme Sonunda Alabalıkların Büyüme Performansı ve Yaşama Oranlarına Ait Sonuçlar	59
4.4 Gökkuşuğu Alabalıklarının Kimyasal Bileşimi.....	63
4.4.1 pH değeri	68
4.4.2 Serbest yağ asitliği (SYA)	70
4.4.3 Tiyobarbitürik asit sayısı (TBA).....	73
4.4.4 Toplam uçucu bazik azot (TVB-N).....	75
4.4.5 Yağ asitleri dağılımı	78
4.4.6 Sodyum dodesil sülfat jel elektroforezi (SDS-PAGE)	91
4.4.7 Duyusal analiz	99
5. SONUÇ.....	103
KAYNAKLAR.....	105
EKLER.....	110
EK 1 Er-Su Alabalık Üretim Çiftliği Su Analiz Raporu.....	111
EK 2 Duyusal değerlendirme formu	112
ÖZGEÇMİŞ.....	113

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 n-6 ve n-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin metabolizması.....	18
Şekil 2.2 n-6 yağ asitlerinin metabolik regülatörlere dönüşümü.....	21
Şekil 3.1 Er-Su Alabalık Üretim Çiftliğinde kullanılan beton havuzundan bir görüntü.....	38
Şekil 3.2 Er-Su Alabalık Üretim Çiftliğindeki toprak havuzlardan bir görüntü.....	39
Şekil 4.1 Gökkuşuğu alabalıklarının besleme süresince ağırlık artışlarının haftalık değişimleri.....	58
Şekil 4.2 Farklı ticari yemlerle beslemenin gökkuşuğu alabalıklarının büyüme performansı değerlerine etkisi	60
Şekil 4.3 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında donmuş depolamanın pH değerine etkisi.....	69
Şekil 4.4 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında donmuş depolamanın SYA değerlerine etkisi.....	71
Şekil 4.5 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında donmuş depolamanın TBA değerlerine etkisi(mg MA/kg örnek)	74
Şekil 4.6 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında donmuş depolama süresince belirlenen TVB-N değerleri (mg/100g).....	77
Şekil 4.7 A yemine ait yağ asidi kromotogramı.....	81
Şekil 4.8 B yemine ait yağ asidi kromotogramı	81
Şekil 4.9 C yemine ait yağ asidi kromotogramı	82
Şekil 4.10 Gökkuşuğu alabalıklarının besleme öncesi ve sonrası yağ asitleri.....	83
Şekil 4.11 A yemi kullanılan deneme grubuna ait yağ asidi kromotogramı.....	88
Şekil 4.12 B yemi kullanılan deneme grubuna ait yağ asidi kromotogramı	88
Şekil 4.13 C yemi kullanılan deneme grubuna ait yağ asidi kromotogramı	89
Şekil 4.14 Gökkuşuğu alabalıklarının besleme başlangıcı, depolama başlangıcı ve sonundaki sarkoplazmik protein konsantrasyonları (protein-mg/ml).....	92
Şekil 4.15 A yemi ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarının besleme başlangıcı, depolama başlangıcı ve sonu SDS-PAGE sarkoplazmik protein fraksiyonları	93
Şekil 4.16 B ve C yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarının besleme başlangıcı, depolama başlangıcı ve sonu SDS-PAGE sarkoplazmik protein fraksiyonları	94
Şekil 4.17 Gökkuşuğu alabalıklarının besleme başlangıcı, depolama başlangıcı ve sonundaki miyofibrillar protein konsantrasyonları (protein-mg/ml).....	95
Şekil 4.18 B ve C yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarının besleme başlangıcı, depolama başlangıcı ve sonu SDS-PAGE miyofibrillar protein fraksiyonları	96
Şekil 4.19 A yemi ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarının besleme başlangıcı, depolama başlangıcı ve sonu SDS-PAGE miyofibrillar protein fraksiyonları	97

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Türkiye'nin Su Ürünleri İhracatı (Miktar=Ton,Değer=1000\$)	6
Çizelge 2.2 Türkiye'nin Su Ürünleri İthalatı (Miktar=Ton, Değer=1000\$).....	7
Çizelge 2.3 Türkiye'de alabalık üretiminin yıllara göre dağılımı (ton/yıl), 1999-2006	13
Çizelge 2.4 Su ürünleri lipitlerindeki yağ asitleri ve yüzde oranları	15
Çizelge 2.5 Doymamış yağ asitlerinin sınıflandırılması	16
Çizelge 2.6 Farklı türlerdeki hayvanların kas dokularındaki yağlarında bulunan yağ asitlerinin doyma dereceleri üzerine yapılan araştırma sonuçları	17
Çizelge 3.1 Yağ asitleri kompozisyonunu belirlemek için kullanılan standartlar.....	48
Çizelge 4.1 Alabalık beslemede kullanılan yemlerin hammadde içerikleri ve kimyasal bileşimleri.....	53
Çizelge 4.2 Denemede kullanılan yemlerin yem kartı ve analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.3 Gökkuşuğu alabalıklarının haftalık ortalama ağırlık artışları (g).....	56
Çizelge 4.4 Gökkuşuğu alabalıklarının haftalık ağırlık artış oranları (%).....	57
Çizelge 4.5 Farklı ticari yemlerle beslemenin gökkuşuğu alabalıklarının büyüme performansı değerlerine ve et verimine etkisi.....	60
Çizelge 4.6 Gökkuşuğu alabalıklarında FV ve KF değerlerine yem bileşenlerinin etkisi.....	62
Çizelge 4.7 Farklı ticari yemlerle beslemenin gökkuşuğu alabalıklarının yaşama oranına etkisi	63
Çizelge 4.8 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarının besin öğeleri bileşimi	64
Çizelge 4.9 Ticari yemler ve bu yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalık etlerinin mineral madde içerikleri (mg/100g).....	67
Çizelge 4.10 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında donmuş depolama süresince belirlenen pH değerleri	68
Çizelge 4.11 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında donmuş depolama süresince belirlenen SYA değerleri (% Oleik Asit Cinsinden) ..	71
Çizelge 4.12 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında donmuş depolama süresince belirlenen TBAdğerleri (mg MA/kg örnek).....	73
Çizelge 4.13 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında donmuş depolama süresince belirlenen TVB-A değerleri (mg/100g).....	76
Çizelge 4.14 Denemede kullanılan ticari yemlerin yağ asiti dağılımları (%).....	80
Çizelge 4.15 Farklı ticari yemlerin ve donmuş depolamanın gökkuşuğu alabalıklarının yağ asiti dağılımına etkisi	84
Çizelge 4.16 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında donmuş depolama esnasında belirlenen yağ asitleri dağılımı, AI ve TI değerleri ...	85
Çizelge 4.17 Gökkuşuğu alabalıklarının besleme öncesi, depolama başlangıcı ve sonu sarkoplazmik protein konsantrasyonları (protein-mg/ml)	92
Çizelge 4.18 Gökkuşuğu alabalıklarının besleme öncesi, depolama başlangıcı ve sonu miyofibrillar protein konsantrasyonları (protein-mg/ml)	95
Çizelge 4.19 Farklı ticari yemlerle beslenerek donmuş depolanan gökkuşuğu alabalıklarında belirlenen lezzet puanları	100
Çizelge 4.20 Farklı ticari yemlerle beslenerek donmuş depolanan gökkuşuğu alabalıklarında belirlenen tekstür puanları.....	100

Çizelge 4.21 Farklı ticari yemlerle beslenerek donmuş depolanan gökkuşığı alabalıklarında belirlenen genel beğeni puanları.....	101
--	-----

1. GİRİŞ

İnsan organizması canlılığın ve yaşamın gerektirdiği işlevleri sürdürebilmesi için, bilinen tüm besin öğelerini yeterli miktarda, dengeli bir karışımda ve sürekli olarak alması gereken, kompleks bir yapıdır. Son yüzyıl içerisinde yürütülen araştırmalar sonucu gelişen beslenme bilimi, sağlıkla olan yakın ilişkisi nedeniyle, fizyoloji ve fizyopatolojinin en temel ilgi alanlarından birisi olmuştur. Özellikle günümüzde gıda maddelerinin kimyasal ve biyokimyasal yapılarının kapsamlı bir şekilde araştırılması, bunların vücutta sindirilme ve kullanılma evrelerinin incelenmesi, nihayet vücut metabolizması ile enerji üretim mekanizmalarının açıklanmaya çalışılması, beslenme ve fizyoloji arasındaki işbirliğini zorunlu kılmıştır. Bu işbirliğinin doğal bir sonucu olarak da günümüzde, toplumlara bir yandan doğal gıdalar sunulması savunulurken, diğer yandan da özgün fizyolojik etkisi olan fonksiyonel gıdaların üretimi yaygın bir şekilde gündeme gelmiştir.

Biyokimya ve fizyoloji konusunda yapılan çalışmalar, canlı yaşamı açısından son derece önemli olmasına karşın, vücudun gıdalardaki kimi komponentleri sentezleyemediğini, bunların yokluğunda değişik lezyonların ortaya çıktığını ve bu nedenle de söz konusu esas besin öğelerinin, gıdalarla hazır olarak alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle gıdaların enerji kaynağı dışındaki fizyolojik değerlerinin bilinmesi, hatalı beslenmeden kaynaklanan hastalıkların önlenmesi veya azaltılması açısından önem taşır.

Özellikle hayvansal yağlar açısından zengin diyet alınması, lipit metabolizmasında bozukluklara neden olmakta ve artan plazma kolesterolü (hiperkolesterolemi) nedeniyle, kalp-damar hastalıklarının ortaya çıkışında, ciddi bir risk faktörü oluşturmaktadır. Bu nedenle kalp-damar hastalıkları söz konusu olduğunda, öncelikle diyetteki yağın nicelik ve nitelikleri ile, damarlarda oluşan aterom plakları arasındaki yakın ilişki üzerinde durulmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucu ulaşılan bulgular, fizyopatolojik açıdan

doğru bir beslenme için sağlıklı bir yağ tüketimi reçetesine ulaşılmasının, ivedi ve kaçınılmaz olduğunu ortaya koymuştur (Kayahan 1998).

Balıkça zengin diyetlerle beslenme; kalp hastalıklarını, trombozis, tümör oluşumu ve kanseri önlemektedir. Bu tür diyetler, uygun yoğunluğu yüksek/yoğunluğu düşük lipoprotein oranını, düşük trigliserit ve kolesterol bileşenlerini ve az miktarlardaki çok düşük yoğunlukta olan kan serumu lipoproteinlerini kapsar. Diyette bulunan n-6 çoklu doymamış yağ asitlerinin (ÇDYA) bir kısmının n-3'lerle değiştirilmesi tavsiye edilmektedir. Bu nedenle, yağlardan alınması gereken enerjinin en fazla %30 olması, bunun %8'nin doymuş lipidlerden, %12'sinin tekli doymamış ve %10'ununda n-6 ve n-3 ÇDYA' lardan temin edilmesi önerilir. Bunun için günlük 5g balık yağının tüketilmesi yeterlidir (Sikorski 1990).

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de su ürünleri yetiştiriciliği, öncelikle tatlı sularda yapılan balık yetiştiriciliği ile başlamıştır. Tüm dünyada yetiştiriciliği en yaygın olan balık ise alabalıktır. Yaşam ortamı bakımından berrak, temiz, serin ve oksijen yönünden zengin suları tercih eden alabalık halkımız tarafından etinin lezzeti nedeniyle tercih edilen balıklar arasında bulunmaktadır. Alabalık türleri içerisinde yetiştiriciliği en yaygın olanı hatta bir endüstri haline gelmiş olanı ise Gökkuşluğu alabalığıdır. Gökkuşluğu alabalığının yetiştiriciliğe uygun olması çevre koşullarına çok iyi uyum sağlaması, aktif yem alması nedeniyle yemlenmesinin kolay olması ve yemi değerlendirmesinin daha iyi olmasından kaynaklanmaktadır (Aydın 2008).

Balıklarda bulunan yağ asitleri dağılımının (özellikle çoklu doymamış yağ asitleri; n-3 yağ asitleri) insan sağlığı açısından taşıdığı önem ise çok büyüktür . Bu tez ile alabalık üretiminde kullanılan farklı ticari yemlerin (pelet, ekstruder ve expanded) üretim teknolojilerindeki ve formülasyonlarında ki değişikliklerin et kalitesi, besin ögesi bileşimi, organoleptik özellikleri ve yağ miktarına özellikle de yağ asitleri profilinde oluşturacağı farklılıklar belirlenerek hem tüketicinin sağlıklı beslenebilmesi; başta kalp

damar rahatsızlıkları olmak üzere sağlık risklerinin giderilmesi açısından azami fayda sağlayabilmesi, hem de balıkların büyüme performansları incelenerek sonuçlarına göre alabalık yetiştiricilerine üretimde kullanacakları yemlerin besi performansına ve balık eti kalitesine etkilerini dikkate alarak uygun yem tipini belirlemede yardımcı olacaktır.

2. KAYNAK ÖZETİ

Dünyada hızla artan su ürünleri talebinin karşılanması, açlığın önlenmesi, dengeli ve sağlıklı beslenme, doğal balık stoklarının üzerindeki av baskısının azaltılması ve su kaynaklarının balıklandırılması amacıyla çalışmalar yapılmaktadır. Bu sayede su ürünleri sektörü gıda açığının kapatılmasında oldukça önemli bir konuma gelmiştir.

1992’de 100.7 milyon ton olan dünya toplam balık üretimi her yıl belli oranlarda artarak 1996 yılında 119.9 milyon ton, 1997 yılında 122.1 milyon tona ulaşmıştır (Anonim 2001). 2001 yılında 130 milyon tona (Civaner 2005), 2003 yılında ise 145 milyon tona ulaşmıştır (Anonim 2007b).

Dünyada balık üretiminde Çin (44 milyon ton) en önde gelen ülkedir. Diğer önemli üretici ülkeler ise sırasıyla Peru, Hindistan, Japonya, ABD ve Endonezya’dır. Avrupa kıtasındaki en büyük üretici olan Norveç ise dünya üretiminde onuncu sırada yer almaktadır. Dünya üretiminde gelişmiş ülkelerin üretimi 31 milyon ton iken, gelişmekte olan ülkelerin üretimi 98 milyon ton düzeyindedir. Diğer bir ifade ile dünya üretiminin %75’i gelişmekte olan ülkeler tarafından gerçekleştirilir. Türkiye su ürünleri üretiminde dünyada 35. sırada yer almaktadır (Civaner 2005).

Ülkemizde, 2006 yılında, yaklaşık 533 bin tonu avcılıkla, 129 bin tonu yetiştiricilikle olmak üzere toplam yaklaşık 662 bin ton su ürünleri üretilmiştir. 2006 yılındaki toplam su ürünleri üretiminin yaklaşık % 61.9’u deniz balıklarından, % 11.9’u diğer deniz ürünlerinden, % 6.7’si iç su ürünlerinden ve % 19.5’i yetiştiricilik yolu ile elde edilmiştir (Anonim 2007c).

2006 yılında deniz ürünleri üretim miktarı bir önceki yıla göre % 28.5 oranında artarak 489 bin ton olarak gerçekleşmiştir. İç su ürünleri üretimi ise bir önceki yıla göre % 4.4 oranında artarak yaklaşık 44 bin ton olarak gerçekleşmiştir. 2006 yılında denizlerde ve

iç sularda yetiştiricilik üretimi bir önceki yıla göre % 9 oranında artarak yaklaşık 129 bin ton olmuştur (Anonim 2007c).

2006 yılında yetiştiricilik retimnin miktar olarak % 44' iç sularda, % 56'sı ise denizlerde gerçekleştirilmiştir. İ sulardaki yetiştiricilik üretimi % 16.6, denizlerde ise % 3.7 oranında artmıştır. Yetiştirilen en önemli türler iç sularda % 43.5 oranı ile alabalık, denizlerde % 29.8 ile levrek ve % 22.1 ile ipuradır (Anonim 2007c).

Su rnleri (balık, balık unu, balık yağı ihracatı) uluslararası alanda en çok ticareti yapılan gıda maddesidir. Dünyada avlanan balığın sadece % 25'i taze olarak pazarlanmakta, kalan % 75'i işlenmektedir. İşlenen bölümün % 40'ı balık unu ve yağı üretiminde kullanılırken, % 60'ı insan tüketimine uygun olarak işlenmektedir. Gıda olarak tüketilmeye uygun balık retimnin % 37'si uluslararası ticarete konu olmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler balık ticaretinde % 50 pay alarak su ürünleri ticaretinde aktif rol oynamaktadır (Civaner 2005).

Ülkemiz su ürünleri ithalatı ve ihracatı yapan ülke durumundadır. rnler i ve dış pazara taze balık olarak sürüldüğü gibi işlenerek de (dondurulmuş, pişirilmiş, tütsülenmiş, kurutulmuş, tuzlanmiş, salamura ve konserve edilmiş olarak) sunulmaktadır. Ayrıca lkemizde balık unu ve balık yağı sanayisi de bulunmaktadır.

İhracatımızın büyük bölümünü dondurulmuş balık ve konserve balık oluşturur. Yetiştiricilikle elde edilen su ürünlerinin yaklaşık % 80'i Avrupa Birliği ülkelerine ihraç edilmektedir. Son yıllarda Uzak Doğu ülkelerine de ihracat yapılmaya başlanmıştır. İhracatı yapılan su ürünleri miktarı ve değerleri yıllara göre izelge 2.1'de verilmiştir (Anonim 2008a).

Çizelge 2.1 Türkiye'nin su ürünleri ihracatı (Miktar=Ton, Değer=1000\$) (Anonim 2008a)

Ürün	2003		2004		2005		2006(5 aylık)	
	Miktar	Değer	Miktar	Değer	Miktar	Değer	Miktar	Değer
Canlı balıklar (1000 adet)	30	332	62	415	279	2169	96	428
Balıklar (taze,soğutulmuş)	15.640	75.045	16.406	95.502	21.110	128.834	6.467	34.702
Balıklar(dondurulmuş)	3.008	3.823	5.325	31.939	5.627	15.955	1.747	4.404
Balık, fileto vb.	1.629	8.667	1.384	5.052	2.261	10.836	840	3.643
Balık,tuzlanmış, kurutulmuş, tütsülenmiş	411	2.485	798	5.603	1.215	9.124	863	6.599
Kabuklular	2.308	12.915	2.265	17.200	1.495	14.790	304	3.221
Yumuşakçalar	6.911	21.574	6.564	24.803	5.669	24.331	2.948	12.050
Balık, konserve	3.894	10.520	4.061	13.925	4.040	15.985	922	4.504
Yumuşakça,kabuklu, konserve	4.094	19.378	3.504	19.220	3.798	22.436	562	2.880
Toplam	37.925	154.739	40.369	213.659	45.494	244.460	14.749	72.431

Ülkemizin su ürünleri sektörü ihracatı 2003 yılında 37.925 ton miktarında ve yaklaşık 154 milyon dolar değerinde gerçekleşmiştir, 2005 yılında ise 45.494 ton ve yaklaşık 244 milyon dolar civarında gerçekleşmiştir. İhracatın yöneldiği pazarlar 2003 yılı itibari ile miktar ve değer olarak en büyük payı alan İtalya'dır, bunu miktarca Yunanistan değerce İspanya izlemektedir. Fransa ve Japonya ise diğer önemli pazarlarımızdır. Su ürünleri ihracatımızın yöneldiği pazarlar her ne kadar AB ağırlıklı ise de dünyanın her bölgesine ihracat gerçekleştirilmektedir (Civaner 2005).

Türkiye'nin su ürünleri ithalatında 2003 yılında bir önceki yıla göre değerce % 74 oranında önemli bir artış olmuştur. 2003 yılı ithalatımız yaklaşık 33 milyon dolar olup, bunun miktarca % 18'i İspanya'dan gerçekleşmiştir. Norveç ise değerce en çok ithalatın yapıldığı (% 33'ü) ülkedir. İrlanda, İsveç, Tayvan, Moritanya 2003 yılındaki diğer

önemli tedarikçi ülkeler arasında yer almıştır. 2005 yılında ithalatımız yaklaşık 50 bin ton ve değerce yaklaşık 69 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2008a). Çizelge 2.2’de ithalatı yapılan su ürünlerinin miktarı ve değerleri yıllara göre verilmiştir.

Çizelge 2.2 Türkiye’nin su ürünleri ithalatı (Miktar = Ton, Değer = 1000 \$) (Anonim 2008a)

Ürün	2003		2004		2005		2006(5 aylık)	
	Miktar	Değer	Miktar	Değer	Miktar	Değer	Miktar	Değer
Canlı balıklar (1000 adet)	2.289	458	3.500	3.167	4.793	16.503	2.387	2.657
Balıklar(taze,soğutulmuş)	5.985	1.011	4.252	2.933	6.660	6.420	5.787	5.497
Balıklar(dondurulmuş)	35.849	26.043	48.715	39.972	32.019	31.799	8.707	11.818
Balık, fileto vb.	1.011	1.868	1.723	4.024	2.636	6.517	2.156	6.335
Balık,tuzlanmış, kurutulmuş,tütsülenmiş	26	255	68	618	143	822	32	406
Kabuklular	149	257	350	787	955	2717	219	399
Yumuşakçalar	2.432	2.673	2.142	2.707	2.774	3.781	738	1.095
Balık, konserve	232	634	188	538	242	753	87	196
Yumuşakça,kabuklu, konserve	21	152	85	395	63	235	13	61
Toplam	47.994	33.351	61.023	55.141	50.285	69.547	20.126	28.464

Ülkemiz coğrafi yapısı ve iklim koşulları ile gerek deniz balıkçılığı ve gerekse tatlı su balıkçılığı ve kültür balıkçılığı yönünden büyük bir potansiyele sahiptir. Kaynakların akılcıca ve planlı kullanılması ile uluslararası pazarlarda daha iyi bir yere sahip olması mümkün olacaktır (Civaner 2005).

Ülkemizde son yıllarda su ürünleri üretimindeki artış yetiştiriciliği yapılan tür sayısını da arttırmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde en önemli unsur beslemedir. Besleme, canlının biyolojik yapısı yanında doğrudan üretim periyodu ve maliyetler üzerine de etkilidir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde tür ve yetiştiricilik alanı bazında birçok alternatif bulunmaktadır. Bu çeşitlilik yetiştiricilikte kullanılan besinlerin de çok çeşitli olmasına yol açmaktadır. Bu nedenle yetiştiriciliğin gelişmesine bağlı olarak yem sektörü de hızlı bir gelişim göstermiştir. Su ürünleri yetiştiriciliğindeki hızlı gelişimin devam edeceği düşüncesi önümüzdeki yıllarda aynı oranda yem üretiminin de gelişeceğini düşündürmektedir. Yem sektöründeki bu hızlı gelişim sadece kapasitede değil yem yapım teknikleri bazında da sürmektedir (Anonim 2007a).

Yetiştirilen canlının kaliteli ve fazla miktarda ürün vermesini sağlayan, yapısı garanti edilmiş, organik ve inorganik maddelerden oluşan, birden fazla yem hammaddesinin karışımı ile edilen yemler karma yem olarak adlandırılmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan karma yemler genel olarak yaş yemler, kuru yemler olarak iki ana gruba ayrılmaktadır (Anonim 2006).

Yaş yemler az nemli (% 18-45 nem) ve çok nemli (% 45-70 nem) olarak sınıflandırılmaktadır. Bu tip yemler fiyatlarının ucuz olması veya ihtiyaç fazlası yada ıskartaya ayrılan hammaddelerin tüketilmesi amacıyla tercih edilmektedir. Bu yem türü balıklara kondüsyon verdiği düşüncesi ile kullanılırken su ortamının aşırı kirletmesi ve özellikle ıskarta balık türlerinin hastalık etkenleri taşıyabilmesi nedeniyle sakıncalı bulunmaktadır (Anonim 2007a).

Kuru yemler kendi içlerinde üretim teknolojilerine göre farklılık göstermektedir. Özellikle kuru yemler yetiştiricilikte öne plana çıkmakta ve üretim teknolojisine göre sınıflandırılmaktadır. Her yem grubunun yapım teknolojisine göre besin içeriği farklıdır. Dolayısı ile balık gelişimine ve balık eti kalitesine etkileri farklı olmaktadır. Yem türlerinin yapımındaki fark, yemin şekillendirildiği aşamada ortaya çıkmaktadır. Bu

aşamalar sırasıyla; hammaddelerin fabrikaya alınması ve stoklanması, tartım, öğütme, karıştırma, şekillendirme, soğutma, yağlama, eleme, paketlemedir. Bu sayılan aşamaların sırası ve uygulanması kaliteli bir yem yapımı için oldukça önemlidir Karma yem olarak da adlandırılan bu tip yemler; pelet, ekstruder ve ekspanded yemler olarak gruplandırılır (Anonim 2007a).

Pelet Yem: Bu tip yemler su ürünleri yetiştiriciliğinde oldukça öneme sahip bir yem tipidir. Pelet yemler, önceden öğütülmüş ve karıştırılmış en az iki yem hammaddesinin nem, sıcaklık ve basınç etkisi altında mekanik araçlar kullanılarak, yemin verileceği türün yapısına uygun silindirik bir şekle getirilmesi ile yapılmaktadır. Bu tip yemin avantajları (Anonim 2007a);

- Pelet yemlerin yapımı sırasında uygulanan nem, sıcaklık ve basınç, yemin kendine has bir koku ve lezzete kavuşmasını sağlar, bu da hayvanlar tarafından istekle tüketilmesine yol açar.
- Yemler peletleme sonucunda homojen bir besin içeriğine sahip olur.
- Peletleme işlemi yemlerin dış etkenlerden korunmasını sağlar.
- Pelet yemlerin taşınması ve depolanması kolay olur.

Pelet yem yapımında işlem aşamaları aynen uygulanır. Beslenecek balık türüne göre hazırlanan formülasyon için seçilen hammaddeler tartılarak bir araya getirilir ve yem tanelerinin boyutları 0.5 – 1 mm arasında olacak şekilde öğütölme işlemine tabi tutulur. Öğütme işleminden sonraki aşama karıştırma işlemidir. Karıştırma genellikle yatay tip karıştırıcılar kullanılarak yapılır. Bu işlem sırasında yağ, vitamin-mineral gibi düşük oranlardaki maddelerin karmaya eklenmesi de gerçekleştirilir. Karıştırma işleminden sonraki basamak şekillendirme aşaması olup, farklı tipleri vardır.

Pres yöntemiyle pelet yem üretiminde 2 farklı makine kullanılır:

- 1- Dişli Presler: Yem üretiminde pek yaygın kullanılmayan bu tip makine de birbirine geçmiş uyumlu çalışan iki dişli presleme işlemini gerçekleştirir. Bu sistemde dişliler arasına dökülen karma, dişlilerin üzerinde yer alan

deliklerden, sıkışma etkisiyle içeri doğru itilir, şekillenen yem dışlilerin içerisindeki boşluklardan dışarı doğru alınır.

- 2- Matris (pelet kalıplı veya disk)’li presler: Bu pres tipi yaygın olarak kullanılan bir makine tipidir. Bu tür preslerde karmaya pelet formu kazandırmak için matris, pelet kalıbı ya da pelet diski denen dairesel veya çember tipli metal kalıplar kullanılır. Peletleme işlemi, matris üzerinde hareket eden 2-4 arasındaki sayıda rulo veya merdane adı verilen metal aksamaların karmayı matris üzerindeki deliklerden sıkıştırarak dışarı itmesi ile sağlanır. İstenilen boya gelen peletler ayarlanabilen bıçaklar yardımıyla kesilir (Anonim 2007a).

Ekstrüder Yem: Diğer bir kuru yem yapım sistemi olan ekstruder sistemler “ekstrüzyon” prensibi ile çalışmaktadır. Ekstrüzyon kelime anlamı olarak zorla itip dışarı çıkarma anlamına gelmektedir. Ekstrüzyon işleminde karma ekstruder makinesinde yüksek basınç kullanılarak şekillendirildiği için sisteme bu ad verilmiştir. Bu tip sistemlerle üretilen yemlerin presleme yöntemiyle yapılan pelet yemlere göre sahip oldukları avantajlar nedeniyle kullanımı her geçen gün artmaktadır (Anonim 2007a). Bu avantajlar;

- Ekstruder sistemlerle yapılan yemlerin yoğunluğu kontrol edilebilir. Bu sayede yüzen, yavaş batan, hızlı batan yemler yapmak mümkün olur. Bu da balıkların bu yemleri almasını kolaylaştırarak yem kayıplarını en aza indirir.
- Ekstruder yemler diğer yemlere göre daha yüksek bir yağ taşıma kapasitesine sahiptirler.
- Ekstruder yemlerin uygulanan sıcaklık ve basınç nedeniyle sindirilebilirlikleri fazladır. Bu da ete dönüşüm oranının artmasına neden olur.
- Uygulanan sıcaklık ve basınç aynı zamanda mikroorganizmaların ve diğer kontaminantların üremesini de engeller.
- Ekstruder yemlerin sudaki stabilitesi yüksektir (Anonim 2006)

Ekstruder sistemlerde pres sistemlerine göre daha yüksek sıcaklık ve basınç kullanılır. Sıcaklık, basınç ve karmanın içeriğinde yapılan değişikliklerle yemlerin yoğunlukları kontrol edilebilir ve bu sayede farklı özellikteki yemler yapılır.

Ekstruder sistemlerde pres makinalarından farklı olarak içinde girişten çıkışa doğru dış aralığı düşen, birbiri arkasına dizilmiş sonsuz vidaların bulunduğu kovan adı verilen bir bölüm mevcuttur. Bu bölüm karmanın sıcaklık ve basınç altında pişirildiği kısım olup, bölümün sonunda karmanın şekillendirildiği bir kalıp vardır. Disk adı verilen bu bölüm kovanın çıkış kısmında yer alır. Diskin delik büyüklükleri yapılacak yemin çapına göre değişir, delik sayıları basıncın artırılması amacıyla az sayıda tutulur. Bu sistemler kovanın tek veya çift oluşuna göre isimlendirilir.

Soğutma işlemi özellikle ekstruder sistemler için oldukça önemlidir. Ekstruder sistemlerde şekil verilen yemler kovan içerisindeki basınç ve sıcaklık etkisiyle yüksek bir sıcaklığa sahip olur. Yağlama işleminden önce yemlerin soğutulması yemin yağ emmesi ve besin madde içeriklerinin sabit kalması için gerekir. Soğutulan yemler için daha sonraki aşama yağlamadır. Ekstruder yemler pres pelet yemlere göre daha yüksek bir yağ emme kapasitesine sahiptir. Püskürtme şeklinde uygulanan yağlamadan sonraki aşama ise elemedir. Yemlerin içerisindeki tozların ayrımı için yapılan bu işlemden sonra yemler ya silolarda tutulur yada doğrudan çuvalara konarak paketlenir (Anonim 2007a).

Ekspanded Yem : Ekstrude yem ile pelet yem arasında yer alan yoğunluğu ve yağ oranı görece az, yüzebilen balık yemleri olarak ifade edilir (Anonim 2007a).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde en yaygın olarak kullanılan balık türü alabalıktır. Alabalık türleri içerisinde yetiştiriciliği en yaygın olanı Kuzey Amerika kökenli gökkuşağı alabalığı olmuştur. Gökkuşağı alabalığı ile kaynak alabalığı hemen hemen aynı yıllarda yaklaşık 120 yıl önce Kuzey Amerika'dan Avrupa'ya getirilmelerine karşın kültür

koşullarına uygun niteliklerinden dolayı gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği hızlı bir artış göstermiş ve günümüzde bir endüstri haline gelmiştir (Aydın 2008).

Yaşam ortamı bakımından berrak, temiz, serin ve oksijen yönünden zengin suları tercih eden alabalık halkımız tarafından özellikle etinin lezzetli oluşuyla anımsanan balıklar arasında bulunmaktadır. Alabalık türleri sistematikte *Salmonidae* familyasında yer alırlar. Morfolojik bakımdan yağ yüzgeci ile karakterizedirler. *Salmonidae* familyasında ekonomik yetiştiricilik ve doğal suların balıklandırılması için önem arz eden alabalıklar *Salmo*, *Salvelinus* ve *Oncorhynchus* cinsinin türleridir.

Dünya genelinde en çok tanınan alabalık türleri; *Salmo salar Linnaeus* (Atlantik Salmonu), *Salmo trutta f.trutta Linnaeus* (Deniz alabalığı), *Salmo trutta f.fario Linnaeus* (Dere alabalığı), *Oncorhynchus mykiss Walbaum* (Gökkuşağı alabalığı), *Salvelinus fontinalis Mitchill* (Kaynak alabalığı), *Salvelinus alpinus Linnaeus* (Alp alabalığı) ve *Salhvelinus namaycush Walbaum*'dur (Göl alabalığı) (Aydın 2008).

Bunlar içerisinde yer alan gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğe uygun özellikleri ile Türkiye'de de yetiştiriciliği en çok yapılan balık türüdür. Gökkuşağı alabalığının yetiştiriciliğe uygun özellikleri;

- Çevre koşullarına çok iyi uyum göstermesi yanında özellikle yüksek sıcaklıklara oransal olarak dayanıklı olması,
- Aktif yem alması nedeniyle yemlenmesinin kolay olması ve yemi değerlendirmesinin daha iyi olması yönünden iyi bir büyüme göstermesi,
- Daha yüksek ilkbahar sıcaklığında dere alabalığı ve kaynak alabalığı gibi diğer alabalık türlerine göre daha kısa süreli kuluçka dönemine sahip olmasıdır (Aydın 2008).

Gökkuşağı alabalığının Türkiye'de yetiştiriciliği, 1970'li yıllarda kamu ve özel girişimciler tarafından başlatılmıştır. Dünya genelindeki kültür balıkçılığının gelişimine koşut olarak ülkemizde de özellikle üstün yetiştirme avantajları nedeniyle gökkuşağı

alabalığı üretimi büyük aşamalar katetmiştir. Önceleri küçük işletmeler tarafından gerçekleştirilen gökkuşağı alabalığı üretimi, 1990'lı yıllardan itibaren entegre üretim tesislerine dönüşmüştür. Hatta günümüzde ülkemiz gökkuşağı alabalığı üreticileri Avrupa'ya füme halinde işlenmiş ürün ihraç eder duruma erişmişlerdir (Aydın 2008).

Türkiye İstatistik Kurumu'nun alabalık üretimi üzerine yaptığı 1999-2006 yıllarına ait çalışma çizelge 2.3'de verilmiştir (Anonim 2008b).

Çizelge 2.3 Türkiye'de alabalık üretiminin yıllara göre dağılımı (ton/yıl), 1999-2006 (Anonim 2008b)

Balık türü	Yıllar							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Alabalık (İçsu)	36 870	42 572	36 827	33 707	39 674	43 432	48 033	56 026
Alabalık (Deniz)	1 700	1 961	1 240	846	1 194	1 650	1 249	1 633

T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre 2005 yılı itibari ile iç sularda alabalık yetiştiriciliği yapan yaklaşık bin adet işletme bulunmaktadır ve bunların toplam kapasiteleri yaklaşık 48.000 ton/yıl'dır (Anonim 2005).

Günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde insanlar, beslenmelerine çok dikkat etmekte ve beslenme rejimlerinde sağlık açısından uygun gıdaları seçmeye özen göstermektedirler. Bu gıdalar içerisinde de ilk sırayı çoklu doymamış yağ asitleri yönünden zengin olan balık ve diğer su ürünleri almaktadır.

Balık eti besin değeri ve özellikle protein kalitesi yüksek, vitamin, mineral maddeler ve büyüme faktörü içermesi açısından mükemmel bir gıdadır. Enerji değerinin düşük olması balığa diyetetik bir özellik kazandırmaktadır. Kolay sindirilebilme, amino asit

içeriğinin en uygun oranda bulunması, vitamin ve mineral madde içeriğinin zenginliği gibi faktörler ile balık yağının beslenme fizyolojisi yönünden önemi, balık etini yüksek değerli gıda yapmaktadır (Sikorski 1990, Martin and Flick 1990, Göğüş ve Kolsarıcı 1992, Shahidi and Botta 1994). Üç D faktörü (yüksek besin değeri, düşük doyum değeri, diyetetik değer) ile balık ve diğer su ürünleri yüksek değerli gıda olma özelliğini ortaya koymaktadır (Varlık vd. 2004).

Balıkların beslenme ve ticari açıdan değeri, farklı balık ve su ürünleri etleri ile yenebilen kısımlarının yapısına bağlıdır. Balık etinin ana kimyasal bileşenleri su, protein ve yağdır. Bu bileşenler balık etinin %98'lik kısmını oluşturur ve balığın besleyici değerini, duyuşal kalitesini ve depolama stabilitesini etkilemektedir. Diğer %2'lik kısmı ise karbonhidratlar, vitaminler ve mineral maddeler oluşturmaktadır. Oranlarının düşük olmasına rağmen duyuşal ve besleyici değerler ile sağlığa olan katkılarından dolayı çok önemlidir (Sikorski 1990). Balıkların kimyasal yapısı tür, yaş, cinsiyet, yaşama ortamı ve mevsime bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Balık etinin protein miktarı oldukça sabit olup farklı türler arasında da sapma göstermez, ancak balığın beslenme ve olgunluk düzeyinin etkisi görölmektedir (Varlık vd. 2004).

Balık etinin protein oranı % 11-24 arasındadır ve bu proteinler vücut dokularının korunması ve gelişmesi için gerekli tüm amino asitleri içermektedir. Bu esansiyel amino asitler bitkisel proteinlerde de bulunmaktadır. Balık proteinleri bitkisel proteinlerden farklı olarak methionin ve lisini daha yüksek miktarlarda içermektedir. Et, balık, yumurta ve süt aynı besleme değerinde protein içermektedir (Turan vd. 2006).

Balıkların vitamin içerikleri türden türe farklılık gösterdiği gibi, türler içinde de farklılık gösterebilmektedir. Suda çözünen B ve C vitaminlerinin su ürünlerinde bulunma miktarları, karasal hayvanlarda bulunan miktarlarla hemen hemen aynı, yağda çözünen A, D, E, K vitaminleri ise genellikle daha fazla olmaktadır (Sikorski 1990, Martin and Flick 1990, Shahidi and Botta 1994).

Balık etini değerli kılan en önemli unsurlardan birisi de, enerji veren önemli besin ögesi olan yağları, uygun ve önemli miktarlarda içermesidir. Balığın yakalandığı mevsim, beslenme, cinsel olgunluk dönemi, balığın büyüklüğü gibi faktörler yağ miktarını etkilemektedir. Balıklar içerdikleri yağ miktarına göre yağlı veya yağsız balıklar olarak ayrılmaktadır. %5'ten az yağ içerenler yağsız, %5-30 oranında yağ içerenler yağlı balık olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca başka bir sınıflandırmaya göre %1'den az yağ içerenler yağsız, %1-25 arasında yağ içerenler yağlı balık olarak değerlendirilmiştir. Balık yağlarında fazla miktarda doymamış yağ asiti olduğu bildirilmiştir (Sikorski 1990, Martin and Flick 1990, Shahidi and Botta 1994, Varlık vd. 2004).

Su ürünleri lipidlerinin yağ asidi kompozisyonları kara bitkisi ve hayvanlarınkinden daha kompleks yapıdadır. Karbon zinciri uzunluğu C_{12} ve C_{26} arasında olan su ürünlerinin yağ asitleri özellikle yüksek oranda doymamıştır. C_{14} ve C_{16} asitlerinin de doymamış bağları vardır, aynı zamanda C_{20} ve C_{22} yağ asitleri de 4, 5, 6 çift bağ içerir (Sikorski 1990). Balık yağlarındaki çoklu doymamış yağ asitlerinin (ÇDYA'lar) çoğu n-3 tipindedir. n-6 asitleri çok az bir yüzdeyi oluşturur. Ayrıca balık yağları tek sayılı karbon zinciri de içerir (C_{15} , C_{17} ve C_{19}). Bu tür yağ asitlerinin normalde oranı %1-3 arasında olduğu belirtilmiştir. Su ürünlerindeki lipidlerin yağ asitleri ve yüzdeleri çizelge 2.4'de verilmiştir (Sikorski 1990, Shahidi and Botta 1994).

Çizelge 2.4 Su ürünleri lipidlerindeki yağ asitleri ve yüzde oranları (Sikorski 1990, Shahidi and Botta 1994)

DOYMUŞ (%)	TEKLİ DOYMAMIŞLIK (%)	ÇOKLU DOYMAMIŞLIK (%)
25	Toplam Yağ Asiti Oranı 35 30-60	40 10-60
Ana Komponentleri		
C_{16} C_{14} C_{18}	C_{18} C_{16} C_{20} C_{22}	$C_{20:5}$ $C_{22:6}$

Doymamış yağ asitleri, molekülde çift bağın sayısı ve bulunduğu yere göre sınıflandırılmaktadır. Cis- formda olan doymamış yağ asitlerinin gösterdikleri biyolojik aktivite ile içerdikleri çift bağların yer ve adedi arasındaki ilişki, karbon atomlarının numaralandırılması, metil grubundan (CH₃ -) başlayarak yapıldığında daha net ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle ω veya n harfi ile sembolize edilen numaralandırma şekline yola çıkılarak esas yağ asitleri n-yağ asitleri (ω -yağ asitleri) olarak adlandırılmakta ve n-3, n-6 ve n-9 olmak üzere üç grupta toplanmaktadır. Her grupta bir, iki, üç, dört, beş, altı çift bağlı yağ asitleri bulunabilmektedir. Bu sisteme göre doymamış yağ asitlerinin sınıflandırılması çizelge 2.5’de verilmiştir (Baysal 1996).

Çizelge 2.5 Doymamış yağ asitlerinin sınıflandırılması (Baysal 1996)

	Yağ asidi	Başlıca kaynakları	Dokularda bulunuşu
Omega-3 (n-3)	Linolenik 18 C : 3 çift bağ	Kolza, keten tohumu yağı, yeşil yapraklar	Az miktarda
	Eikosapentenoik (EPA) 20C : 5 çift bağ	Su ürünleri, İnsan sütü	Az miktarda
	Docosahexaenoik (DHA) 22C : 6 çift bağ	Su ürünleri, İnsan sütü	Beyin ve retinada fos- folipidlerin bileşeni
Omega-6 (n-6)	Linoleik 18C : 2 çift bağ	Bitkisel yağlar ve bitkiler	Diğerlerinden biraz daha fazla
	Araşidonik 20C : 4 çift bağ	Karaciğer, beyin, et	Hücre zarı fosfolipitleri- nin bileşeni
Omega-9 (n-9)	Oleik 18C : 1 çift bağ	Zeytinyağı, fındık yağı	Beynin beyaz maddesinde, miyelinde
	Eicosatrienoik 20C : 3 çift bağ	Hayvan ve bitki dokusunda çok az	Elzem yağ asidi yeter- sizliğinde artar
	Miristoleik 14C : 1 çift bağ	Süt ve balıkta az	Az miktarda
	Palmitoleik 16C : 1 çift bağ	Süt ve balıkta az	Az miktarda

Doymuş yağ asitleri ile tekli doymamış n-9 yağ asitleri insan vücudunda sentezlenebilmektedir. Hiç yağ yenmezse bile bu tip yağ asitleri karbonhidrat ve protein metabolizması ile oluşan asetil CoA dan sentezlenebilmektedir. İnsan vücudu iki çift bağı bulunan linoleik asidi ve üç çift bağı bululanan linolenik asiti sentezleyemez. Eğer linoleik ve linolenik asitler dışarıdan alınırsa bundan üç ve dört çift bağı yağ asitleri sentezlenebilir. Çoklu doymamış yağ asitlerinden prostaglandinler adı verilen, vücut çalışması için gerekli olan hormonlar sentezlenmektedir. Ayrıca bu yağ asitlerinin yağın damarlarda akıcılığı için gerekli olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle linoleik ve linolenik asitler "elzem yağ asitleri" olarak bilinmektedir. n-3 yağ asitlerinin diyetle artması, koroner kalp hastalığının önlenmesinde yardımcı olmaktadır. Bunlar retina ve beyinin gelişimi ve sağlığı içinde gereklidir. Farklı türlerdeki hayvanların kas dokularında bulunan yağ asitleri oranları doyma derecelerine göre çizelge 2.6'da verilmiştir (Fennema 1996).

Çizelge 2.6 Farklı türlerdeki hayvanların kas dokularındaki yağlarında bulunan yağ asitlerinin doyma dereceleri (Fennema 1996)

TÜRLER	Yağ Asitleri(%)		
	Doymuş	Tekli Doymamış	Çoklu Doymamış
Sığır Eti	40 – 71	41 – 53	0 – 6
Domuz Eti	39 – 49	43 – 70	3 – 18
Koyun Eti	46 – 64	36 – 47	3 – 5
Kümes Hayvanları	28 – 33	39 – 51	14 – 23
Morina Balığı (Yağsız Balık)	30	22	48
Uskumru (Yağlı balık)	30	44	26

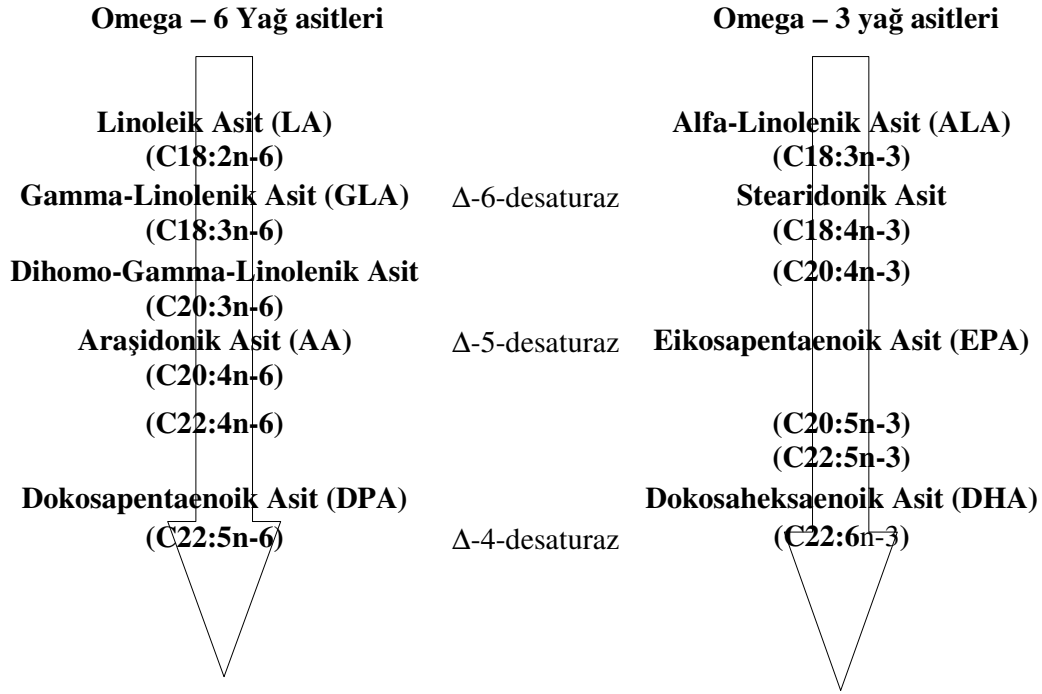
Çoklu doymamış yağ asitlerinden (ÇDYA) en önemli iki tanesi:

Eikosapentanoik asit (EPA;20:5n-3) ve

Dokosaheksanoik asit (DHA;22:6n-3)'dir.

Yukarıdaki çizelgeden de anlaşılacağı gibi deniz ürünleri çoklu doymamış yağ asitleri açısından zengin kaynaklardır. Özellikle deniz balıkları (somon, tuna, ringa, uskumru ve hamsi) EPA ve DHA bakımından oldukça zengindir.

Eskiden diyetler düşük kalorili, yüksek lif içerikli, meyve ve sebzelerce zengin, yağsız et ve balıklardan oluşuyordu. Bunun sonucunda, diyetlerdeki toplam yağ ve doymuş yağ asitleri oranı düşük, fakat n-6 ve n-3 esansiyel yağ asitleri eşit miktarda bulunmaktaydı. Linoleik asit (LA) en önemli n-6 yağ asididir ve Alfa-Linolenik asit (ALA) en önemli n-3 yağ asididir. Vücutta, LA araşidonik aside (AA) metabolize edilir ve ALA ise eikosapentanoik aside (EPA) ve dokosaheksanoik aside (DHA) metabolize edilir (Simopoulos 2000) Uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin dönüşüm metabolizması şekil 2.1’de gösterilmektedir (Dommels *et al.* 2002).



Şekil 2.1 n-6 ve n-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin metabolizması (Dommels *et al.* 2002)

Balık yağlarındaki farklı yağ asidi içeriği bir çok nedene bağlıdır; beslenme, coğrafik konumu, çevre sıcaklığı, sezon, vücut uzunluğu, yağ içeriği vb. Tatlı su balıkları deniz

balıklarından daha fazla n-6 ÇDYA'ları (yaklaşık toplam yağ asitlerinin %15'i) ve daha az n-3 yağ asitlerini içermektedirler. Bu yüzden tatlı su ve deniz balıkları arasındaki farkı görmeye n-3/n-6 oranı yardımcı olmakta, bu oranlar kendi içlerinde 0.5-4 ve 5-15 arasındadır. Kültür balıklarının ve kabukluların yağları doğal ortamdaki balıkların yağlarına göre daha fazla n-6 ve daha az n-3 ÇDYA'ları içermektedirler. Bu konuyla ilgili bir araştırma levrekler üzerinde yapılmıştır. Kültür deniz levrekleri, doğal ortamdaki levreklerle göre bariz şekilde daha yüksek oranda yağ içerdiği görülmüştür. Kültür deniz levrekleri yüksek oranda ($p<0.05$) 14:0, 20:0, 18:1n-9, 20:1n-9, 22:1n-9, 18:2n-6 ve 20:3n-6 yağ asitlerini içerdikleri, 16:0, 18:0, 20:4n-6, 20:5n-3, 22:5n-3 ve 22:6n-3 yağ asitlerini ise doğal ortamdakilere göre daha az oranda içerdiği tespit edilmiştir. Toplam doymuş ve çoklu doymamış yağ asitlerinin yüzdesi ile n-3/n-6 oranları doğal ortamda yetişen levreklerde kültür balıkçılığı ile yetiştirilen levreklerle göre daha yüksek, buna karşılık toplam tekli doymamış yağ asidi içerikleri daha düşük olarak tespit edilmiştir. Kültür ve doğal ortamdaki levreklerin lipit içerikleri, yağ asidi oranları balıkların diyetlerindeki unsurlara göre değişiklik göstermiştir (Alasalvar *et al.*, 2002).

Balıklardaki cinsiyet farkının yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisi ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada çelik-baş alabalıkları üzerinde çalışılmıştır. Yetiştirilmiş dişi ve erkek çelik-baş alabalıklarının karaciğer yağlarındaki yağ asitlerinin analizi gaz-sıvı kromatografisi ve alev iyonizasyon dedektörü ile yapılmıştır. Çoklu doymamış yağ asidi fraksiyonu erkeklerde dişilere göre oldukça yüksek bulunmuş, dişilerde ise tekli doymamış yağ asidi fraksiyonu daha yüksek bulunmuştur. n-3 serisi yağ asidi içeriği n-6 yağ asidi içeriğinden daha fazladır. DHA her iki cinsiyette de EPA'ya göre daha fazla miktarlarda belirlenmiştir. Araştırmacılar Çelik-baş alabalıklarının karaciğer yağlarında ki yüksek DHA/EPA oranı nedeniyle endüstriyel alanlarda (bebekler için hazırlanan mamalarda supplement olarak) kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Satué *et al.* 1996).

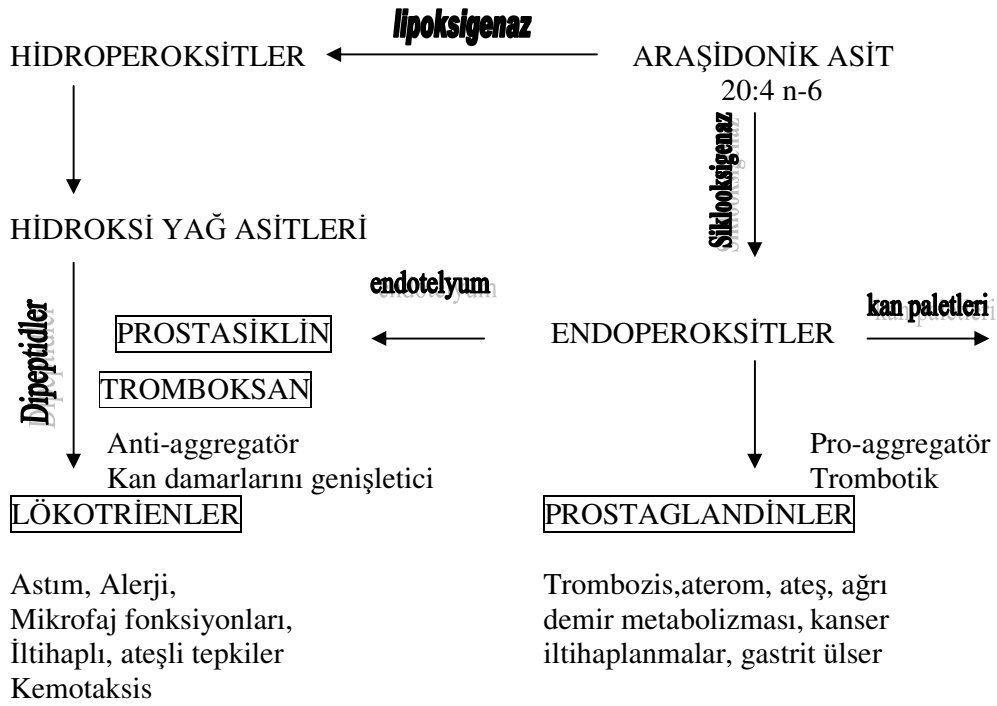
Foklar ve yunuslar ise iki tip yağ asidini de eşit miktarlarda içermektedirler. Genel olarak çevre sıcaklığındaki azalma doymamış yağ asitlerinde ve lipit bileşiminde artışa neden olmuştur. En önemli iki n-3 PUFA'ları $C_{20:5}$ ve $C_{22:6}$ 'dır. EPA'lar tipik deniz algı, DHA ise zooplankton orijinlidir. Lipitlerdeki bu iki yağ asidinin oranı deniz

organizmalarının beslenme alışkanlıklarıyla ilgili olduğunu göstermiştir. Zooplanktonlarla beslenen birçok balığın yağlarında C_{20:5} asidinden daha fazla C_{22:6} asidi bulunmuştur. Diğer taraftan , bir çok kabuklu türü ya C_{20:5} asidi ya da C_{20:5} ve C_{22:6} yağ asitlerini de eşit miktarda içerdiği görülmüştür. Antartika’da buzullar altında yaşayan ve alglerle beslenen balıklarda C_{22:6}’dan daha fazla C_{20:5} bulunduğu bildirilmiştir (Sikorski 1990).

Tüketici tercihleriyle ilgili olarak Malezya’da yapılan bir araştırmada günlük tüketimde tercih edilen deniz balıklarından ekstrakte edilen yağların, toplam yağ, yağ asidi kompozisyonu ve kolesterol içerikleri analiz edilmiştir. Balıkların çoğunun ağırlığının % 6’sından daha az lipit içerdiği ve toplam kolesterol içeriklerinin 37.1 – 49.1mg/100g olduğu belirlenmiştir. Yağ asidi kompozisyonları n-3 ÇDYA’ların (% 29.7-48.4) en yüksek oranda olduğu bildirilmiştir. n-3 ÇDYA’ları n-6 ÇDYA (% 11.0-20.0), doymuş yağ asidi (% 3.63-11.4) ve son olarak da tekli doymamış yağ asidi (TDYA: % 1.37-9.12) takip etmiştir. Tüm örneklerin standart ringa balığı yağına göre (2.03) yüksek n-3/n-6 oranı (2.16-4.14) gösterdikleri, örneklerdeki ÇDYA/doymuş yağ asitlerinin oranının ise 5.49 ile 25.2 aralığında değiştiği saptanmıştır (Osman *et al.* 2001).

n-3 ve n-6 ÇDYA’lar insan vücudunda birbirlerine dönüşebilir durumda değildir ve bunlar pratikte tüm hücre membranlarının önemli unsurlarıdır. n-3 ve n-6 yağ asitleri eicosanoid metabolizmasında, genlerin açıklanmasında ve hücreler arasında hücreden hücreye iletişimde etkili rol oynamaktadır. Hücre membranındaki ÇDYA kompozisyonu diyetle göre büyük değişiklik göstermektedir. Diyet önerileri, diyetdeki n-3 ve n-6 yağ asidi gereksinimleri dikkate alınarak yapılmalıdır. ÇDYA’ların bu iki sınıfı birbirinden ayrılmalıdır, çünkü bunlar metabolik ve fonksiyonel olarak ayrıdır ve engelleyici fizyolojik fonksiyonları vardır; bunların dengesi homeostasis ve normal gelişim için önemlidir. n-6 asitleri insanlar için esansiyeldir ve eicosanoidlerin oluşmasında görev alırlar, metabolik fonksiyonlarda önemli rol oynarlar (Şekil 2.2). Araşidonik asit insan hücrelerinin hücre membranlarındaki fosfolipitlerde bulunmaktadır (Simopoulos 2000).

Araşidonik asit, organizmalardaki fosfolipit rezervlerinden, diyetlerden veya gıdalarda daha yaygın olarak görülen n-6 yağ asitlerinden olan C_{18:2} zincir yapısının uzatılması veya desatüre edilmesi, lipoksigenaz veya siklooksigenazların varlığında lineer veya siklik peroksitlere okside olması ile elde edilmektedir. Hidroperoksitler, hidroksi yağ asitlerinin oluşumuna katılırlar ki bunlar dipeptitli lökotrienlerdir. Halka yapısındaki peroksitler, kan hücrelerini tromboksan A₂ (TXA₂) ve kan damarlarının endotelyumlarındakileri anti trombotik prostasiklinlere (PGI₂) ve değişik prostaglandinlere dönüştürürler (Sikorski 1990).



Şekil 2.2 n-6 yağ asitlerinin metabolik regülatörlere dönüşümü (Sikorski 1990)

Balık yağlarının yağ asidi kompozisyonu üzerine ilk çalışmalar 1952 yılında başlamıştır. Daha sonraki yıllarda yapılan araştırmalar balık yağlarının yapısının daha iyi anlaşılmasını sağlamış, son yıllarda yapılan balık yağlarının insan sağlığı üzerine olan olumlu etkileri balık lipitlerine olan ilgiyi arttırmıştır (Kaya vd. 2004).

Primatlarla yapılan araştırmalar göstermiştir ki DHA'lar retina ve beynin normal fonksiyonel gelişimi için; özellikle premature bebeklerde, çok önemli rol oynarlar. Diyetteki dengelenmiş n-6/n-3 oranı normal büyüme ve gelişim için zorunludur ve kardiovasküler hastalıkların ve diğerkronik hastalıkların azalmasına ve ruh sağılıının iyileştirilmesinde etkilidir (Simopoulos 2000).

Hamileliğin kritik dönemi olan ilk üç ayında hücrelerin büyümesi ve gelişmesi için AA ve DHA'e gereksinim duyulmaktadır. Hamilelik sırasında balık yağı ve arttırılmış balık tüketimi gebelikten kaynaklanan hipertansiyonu, düşük veya prematüre doğıumu önlemekte ve doğıum kilosunu arttırmaktadır. Bu bilgi gebelikte alınması gereken DHA'in miktarının 0.1 – 0.4 g/gün olması görüşünü desteklemektedir (Anonymous 2008).

DHA sinir sisteminin gelişimi için önemlidir. Fetusun sinir sisteminin ve damarlarının gelişiminin çok yoğıun olduğı, hamileliğin son 3 ayı sırasında fetusun beyin ve karaciğerkinde DHA ihtiyacı çok artmaktadır. Annenin DHA açısından yüksek diyeti yenidoğan bebeğinkanındaki DHA konsantrasyonunuda arttırmaktadır. Gebeliğinkin 25. haftasından 35. haftasına kadar olan dönemdeki günde 0.7 g kadar düşük seviyelerdeki EPA + DHA bile yararlı olacağı bildirilmiştir (Anonymous 2008).

Kalbi koruyucu mekanizma ilk aşamada serum lipitleri üzerinde yoğıunlaşmıştır. Sağılıklı kişilerde, uzun zincirli n-3 yağı asitleri tüketimindeki artış ile trigilseritlerin serum konsantrasyonundaki düşüş arasında olumlu bir ilişki söz konusudur. Düşük yoğıunluktaki lipoprotein kolesterol konsantrasyonu balık yağı ile hazırlanmış supplementlerle artar. Balık yağı; lipit ve lipoprotein metabolizmasını ve kan paletleri ile damar duvarları arasındaki interaksiyonu etkilemektedir (Prichard and Ling 1995).

Prez *et al.* (1998), protein kaynağı olarak tanımlanan 10 gıdada (6 et grubu; domuz, tavşan, kuzu, hindi, sığıreti ve 4 balık grubu; tuna, sardalya, izmarit, barlam balığı) yağı asidi ve kolesterol içeriklerini belirlemişlerdir. Bu gıdalarda yağı kalitesi farklı kimyasal indeksleri; DYA/ÇDYA oranı, aterojenik indeks (damar içi duvarlarında daralmaya

neden olan plak oluşumu) ve trombojenik indeks (kanın pıhtılaşma düzeyi) değerleri incelenerek belirlenmiştir. Ayrıca bu gıdaların tüketilmesinin sağlık üzerine etkileri incelenmiştir. Bu çalışma göstermiştir ki, domuz etinin yağ içeriği kuzu, tavşan, izmarit ve sardalya balığı etlerinin yağ içeriğinden daha düşüktür, tavuk ve barlam balığı ile benzerlik göstermektedir. Domuz, tavuk ve hindi eti diğerlerine göre en düşük oranlarda miristik asidi içermektedir. TI değerleri balıklarda diğer gıdalara göre daha düşük bulunmuştur. Domuz, tavuk ve hindi eti ise diğer gıdalara göre daha düşük AI değerlerini gösterdiği bulunmuştur.

Yapılan araştırmalarda beslenme teorileri, sağlığa olan etkilerinden dolayı diyetlerdeki yağ asitleri profili üzerinde yoğunlaşmıştır. Endüstri ülkelerinde görülen benzer hastalık modellerinden korunmada, çoklu doymamış yağ asitlerinden olan n-3 yağ asitleri önemli rol oynar. Koroner kalp rahatsızlıklarında yağ asitlerinin önemli rolü vardır. Pelet agregasyonunda ve tromboz oluşumunda bazı yağ asitlerinin etkisi olduğu bilinmektedir. Bu durumdan, doymuş yağ asitlerinde 14, 16 ve 18 karbon atomlu yağ asitlerinin sorumlu olduğu belirtilir. Diyet faktörlerindeki yağ fraksiyonlarından DYA, TDYA ve ÇDYA yüzdeleriyle kalp hastalıkları arasında doğrusal bir korelasyon olduğunu gösterir. Bu esaslardan yola çıkarak trombojenik indeks (TI) ve aterojenik indeks (AI) değerlerini hesaplamıştır. Bu değerlerin farklı gıdaların yağ fraksiyonlarının sağlığa katkıları açısından karşılaştırmada bir araç olarak kullanılacağı düşünülmüştür (Valfre *et al.* 2003).

n-3 yağ asitleri supplementlerinin kardiyovasküler hastalık risklerini azalttığı bilinmektedir, fakat bu yöndeki çalışmalar esas olarak erkekler üzerinde yapılmaktadır. Yapılan yeni bir çalışma n-3 yağ asitlerince zengin olan balık yağlarının post menopoz dönemindeki kadınlarda kardiyovasküler hastalık riskini engellediğini göstermiştir. Araştırmacılar, kardiyovasküler hastalık riskinin %27 oranında azaldığını söylemektedirler ve uzun dönemde balık yağı alımının bunda etkili olduğunu bildirmektedirler (Boyd 2000).

Yüksek oranda balık tüketiminin kardiyovasküler hastalık riskini azaltmadaki etkisini göstermek için Tanzanya’da yaşayan iki farklı grup üzerinde çalışılmıştır. Bu gruplardan biri göl kenarında yaşamakta ve diyetleri büyük oranda tatlı su balığından oluşmaktadır. Diğer grup ise dağ eteklerinde yaşamakta ve vejeteryanlardır. Bu köylerde yaşayan insanlarda antropometrik ölçümler yapılmış, tıbbi hikayeleri toplanmış, ayrıca kan basınçları ölçülerek, kan örnekleri alınarak plazma lipitleri ölçülmüştür. Diyetleri ile ilgili bir ankette uygulanmıştır. Sonuçta, yaş, cinsiyet ve alkol alımlarına göre sınıflandırıldıktan sonra balık tüketenlerin vejeteryanlara göre daha düşük kan basıncına sahip olduğu görülmüştür. Aynı şekilde balık tüketenlerin; Dünya Sağlık Örgütü’nce belirlenen hipertansiyon sınır değerlerine göre tansiyonlarının daha düşük seviyede olduğu görülmüştür. Plazma konsantrasyonundaki toplam kolesterol, trigliserit ve lipoprotein değerleri balık tüketen grupta vejeteryanlara göre daha düşüktür. n-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin plazma lipitlerindeki oranı balık tüketenlerde daha yüksektir. Tatlı su balığı tüketen (300-600 g/gün) köylerde plazma konsantrasyonundaki n-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin konsantrasyonu artar, kan basıncı düşer ve daha düşük plazma lipid konsantrasyonu görülür (Pauletto and Puato 1996).

Yapılan bir çalışmada balık yağı supplementlerinin insanlardaki bağışıklık hücre fonksiyonlarına etkileri incelenmiştir. Deneklerde alınan kan örneklerinde yapılan analizler sonucunda balık yağı supplementlerinin, n-3 ÇDYA’ların (EPA, DHA) LDL ve bağışıklık hücrelerinde toplanmasına neden olduğu görülmüştür. Bağışıklık hücrelerinin aktivitesinin göstergesi olan fagositik aktivite değeri artmıştır (Turini *et al.* 2001).

Yapılan bir çalışmada, iki uçlu duygu durum bozukluğunda (bipolar bozukluk) ek bir tedavi olarak n-3 yağ asitleri kullanılmıştır ve n-3 yağ asitlerinin bipolar bozukluklarda etkili olduğu gözlenmiştir. Şizofrenle ilgili bulgular çelişkilidir. Kanıtların çoğu, en önemli etkinin olumsuz belirtilerdeki düzelmeler olduğunu göstermektedir (Maidment 2000).

Diyet n-3 yağ asitleri bakımından zayıfsa, bunların türevleri beyin hücreleride dahil, hücre zarlarındaki n-6 yağ asiti türevleri ile yer değiştirir. Beyin ağırlığının %20'si EPA'leri ve özellikle DHA'leri içerir, bunlar depresyon ve bipolar düzensizliğini de içeren ruhsal rahatsızlıklarda hatalı sinyalizasyon mekanizmalarında önemli rol oynarlar. Kalp rahatsızlıklarında ve diyet dengesizliklerinde n-6/n-3 yağ asidi oranları arasında doğrusal bir bağlantı olduğuna dair bazı kanıtlar vardır; bunlar depresyondan yakınan kişilerde ortalama değerlerin daha üstündedir. Bu yönde yapılan geniş kapsamlı araştırmalarda balıkla beslenen kişilerin depresyona daha az yakalandıkları gözlenmiştir. Bir çok çalışmada, depresyonlu hastaların kan hücrelerinde düşük oranda n-3 yağ asidi türevleri ya da ortalamanın üzerinde n-6/n-3 yağ asidi oranı bulunmuştur. Bir deneyde EPA ve DHA karışımının bipolar düzensizliği olan bazı hastalarda faydalı olduğu gözlenmiştir. Mayıs 1999'da dört aylık yalancı tedaviyle karşılaştırmalı olarak bir araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada hastalara dengeleyici ilaçlara ilaveten günlük olarak EPA (6.2 g) ve DHA (3.4 g) supplementleri verilmiş ve bu hastaların daha az depresif belirti gösterdikleri tespit edilmiştir (Anonymous 2001).

n-3 yağ asitleri için önerilen günlük dozlar henüz onaylanmamıştır, araştırmacılar günlük 100-200 mg DHA ve 200-400 mg EPA'in yetişkinler için yeterli olduğunu bildirmektedirler. Bu gereksinim hamile ve emziren bayanlarda %50 daha fazladır. Bir porsiyon somon balığı 1 g EPA ve 2 g DHA içerir. Amerika Sağlık Örgütü sınırlı miktarda doymuş yağlarla, haftada en az iki öğün balık tüketilmesini önermektedir. Daha çok tüketmek ve depresyonu azaltmak isteyenler günlük 5-10 g alabilir (Anonymous 2001).

Diyetle yağ alımı ve kanserden ölüm arasında önemli bir pozitif ilişki olduğu birçok yerde bildirilmiştir. Bununla birlikte yağ alımı her zaman korelasyon göstermemekte ve bazı organlara özgü olduğu düşünülmektedir. Çünkü karaciğer ve mide kanserleri genellikle yağ alımı ile korelasyon göstermemektedir. Kanser prosesi üzerine diyetle alınan yağların etkilerinin tüketilen yağ asitlerinin çeşidi ve miktarına bağlı olduğu düşünülmüştür (Dommels *et al.* 2002).

Günümüzde hayvan modelleri üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda n-6 ÇDYA'ların tümör oluşumunu hızlandırıcı etkisi olduğunu gösterir ve başlangıç sonrası faz süresince ortama hakim olur. n-3 ÇDYA'lar ise hem başlangıç hem de başlangıç sonrası fazlarında kolorektal kansere karşı koruyucu etki oluşturabilir. Epidemiyolojik çalışmalar diyet ve kanser riski arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Örneğin; Japonya'dan Amerika'ya göç eden insanlarda kolon kanserinden ölme oranında artış gözlenmiştir. Bunun nedeni de batı diyetlerinin yüksek oranda n-6 ÇDYA'ları (Linoleik Asit) içermesidir. Japonlar gibi, Eskimolar'da da kolon kanseri oluşumu daha düşüktür. Her iki nüfusta fazla miktarda balık (1000-3000 mg/gün) tüketmektedir ki balıklar n-3 yağ asitleri bakımından (EPA ve DHA) oldukça zengindir. Öyleki batı diyetlerinde n-3 ÇDYA oranı 100 mg/gün kadardır (Dommels *et al.* 2002).

Deneyssel çalışmalar diyetle alınan balık yağlarının kolon kanserine karşı koruyucu etkisinin olduğunu göstermiştir. Prostaglandinlerin de bu prosesle ilişkili olduğu öne sürülmüştür. Yapılan çalışmada 12 sağlıklı gönüllü üzerinde rektal hücre çoğalmalarında sağlanan (kansere riskinde belirleyici biyolojik ara ürünler olan) mukozal membran yağ asitleri ve prostaglandin B (PGB) ile balık yağlarının etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre diyetle alınan balık yağının kolon kanserine karşı koruyucu etkisi olduğu hipotezi ileri sürülmüştür (Bartram *et al.* 1993)

İlerlemiş siroz hastalarında , uzun zincirli ÇDYA eksikliği gözlenmiştir. ÇDYA'lar, hücre zarının fonksiyonu ve yapısını oluşturduğundan ve eicosanoidlerin öncü maddeleri olduklarından hücre fizyolojisinde önemli rol oynamaktadırlar. Bu tip hastaların tedavisinde ÇDYA'ca zengin diyet uygulanması ve ÇDYA'ca zenginleştirilmiş yağ kapsüllerinin tüketilmesi tavsiye edilir. Bu uygulamanın, karaciğer fonksiyon bozukluğunun daha ileri gitmesini önlemede önemli koruyucu etkisi olduğu bildirilmiştir (Okita and Sasagawa 2002).

Yapılan bir çalışmada, Japonya da ki iki farklı bölgede yaşayan siroz hastalarının diyet alışkanlıkları ve plazma yağ asidi kompozisyonları karşılaştırılmıştır. Yüksek oranda balık ve düşük oranda süt ile diğer günlük ürünleri tüketen insanların yaşadığı bölgede

çoklu doymamış/doymuş yağ asidi oranı yüksek ve n-6/n-3 oranı ise düşük bulunmuştur. Balık tüketimi, siroz hastalarında plazma DHA seviyesini arttırmıştır. Sarılığa bağlı olarak ortaya çıkan beyin rahatsızlığı olan siroz hastalarında, plazma DHA seviyelerinde ciddi azalmalar gözlenir ve nöral membranlarda bulunan fosfolipitlerdeki en fazla görülen yağ asidi DHA olduğundan; DHA'nın hepatik ensefali oluşumunda önemli rol oynadığı belirtilmiştir. Bu nedenle balık tüketimi bu hastalıktan korunmada önemli rol oynayabileceği ileri sürülmüştür. DHA ve EPA'ce zengin diyetler plazma fosfolipitlerini bu yağ asitlerince zenginleştirmiş ve aynı anda araşidonik asit seviyesini azaltmıştır. Araşidonik asidin biyosentezinin zayıflaması, karaciğer sirozunda düşük plazma seviyesinden sorumlu önemli bir unsur olabileceği düşünülmüştür. Bu nedenlerle sadece EPA ve DHA değil ayrıca AA supplementlerinde siroz hastalarının plazma yağ asiti profilini düzeltmek için gerekli olduğu belirtilmiştir (Okita and Sasagawa 2002).

Yağların bozulmaları üzerine birinci derecede etkili olan oksidatif tepkimeleri önleyen, ya da indüksiyon periyotlarını arttıran antioksidantlar, yağların yapılarını korumak açısından önemlidir. Sağlıklı gelişim ve yaşam için bu denli önemli rolü olan ÇDYA'ların korunmasına yönelik çalışmalarda yapılmaktadır. Bu yönde yapılan araştırmalar sonucunda balıkların gerek yetiştirilme aşamasında ve gerekse tüketime hazırlanma aşamasında uygulanan antioksidanların olumlu etkileri tespit edilmiştir. Böylece çoklu doymamış yağ asitlerinin yapıları korunarak, insanlar için, sağlıklı bir nitelikte kalmaları sağlanmaktadır (Sant'Ana and Mancini 2000).

Balık etinin kalitesini, özellikle lezzetli olmasını yapısında bulunan yağlar sağlamaktadır. Balığın canlı ağırlığının % 70-80'ini su, % 17-20'sini protein, % 2-10'unu yağlar oluşturmaktadır. Doğada bulunan yağ asitleri çoğunluk ile yüksek karbonlu, dallanmamış, çift karbon sayılı substitue olmamış asitlerdir. Oysaki su ürünleri yağları çift bağ sayısı daha fazla olan çoklu doymamış yağasitlerini içermektedirler (Dönmez ve Tatar 2001).

Balık yağları % 20-30 oranında doymuş yağ asitlerini, % 70-80 oranında da doymamış yağ asitlerini içerirler. Balık yağlarındaki çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarı % 10-60 dır. Farklı türlerdeki hayvanların kas dokularında bulunan yağ asitleri oranları doyma derecelerine göre incelendiğinde yağsız balıklar ortalama % 48, yağlı balıklar % 26 gibi yüksek oranda çoklu doymamış yağ asitlerini içermekte, bunu % 14-23 oranıyla kümes hayvanları takip etmektedir (Sikorski 1990, Fennema 1996).

Gökkuşığı alabalıklarında yapılan araştırmalarda yağ oranı % 3.4-4.55 arasında değiştiği, yağ asiti dağılımında çoklu doymamış yağ asitleri toplamının % 29.99 olduğu gözlenmiştir. Bunlardan EPA ve DHA oranlarının ise sırasıyla % 4.00 ve % 14.75 olduğu belirtilmektedir. Dolayısı ile gökkuşığı alabalıkları n-3 ve n-6 yağ asitleri yönünden iyi bir kaynak olarak sayılabilmektedir (Dönmez ve Tatar 2001).

Balık yağlarındaki yağ asiti kompozisyonu beslenme, coğrafi konum, çevre sıcaklığı, mevsim, vücut uzunluğu, yağ içeriği vb birçok nedene bağlı olarak değişir (Alsalvar *et al.* 2002).

Lipitlerdeki yağ asidinin oranı deniz canlılarının beslenme alışkanlıklarına göre değişiklik göstermektedir. Balıklarda bulunan yağ asitlerinin, diyetlerindeki yağ asiti kompozisyonunun yansıması olduğu söylenebilir. Yağ asitlerinin dokularda yoğunlaşması değişik metabolik faktörlere; yağın kompozisyonuna, balığın başlangıç yağ asiti miktarına, diyetle alınan yağ asiti miktarına, büyüme oranına ve süresine bağlıdır (Robin *et al.* 2003).

Dönmez ve Tatar (2001) yaptıkları araştırmada dondurularak muhafaza edilen gökkuşığı alabalığının yağ asitlerindeki değişimleri incelemişlerdir. Özel bir işletmeden elde edilen gökkuşığı alabalıkları iki farklı şekilde (fileto ve bütün olarak) dondurularak -30°C'de depolanmış ve bir yıllık depolama süresi içerisinde yağ ve yağ asitlerindeki değişimler tespit edilmiştir. Gökkuşığı alabalığının bir yıllık muhafazası sonucu toplam yağ oranlarında önemli bir değişim gözlenmemiştir. Yağ asitlerinde meydana gelen değişimlere ise işleme yöntemleri ve depolama süresinin etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak doymuş yağ asitleri oranı artarken, doymamış yağ asitleri oranı azalmıştır. Tekli doymamış yağ asitleri oranlarında ise bir yıllık depolama sonucunda fazlaca bir değişim görülmemiştir.

Dönmez ve Tatar (2001)'in bu araştırmalarından elde ettikleri sonuçlara göre gökkuşağı alabalığı yağı taze iken toplam % 30.04 doymuş yağ asitlerini, % 28.44 tekli doymamış yağ asitleri ve % 29.99'da çoklu doymamış yağ asitlerini içerdiği tespit edilmiştir.

Doymuş yağ asitleri oranı 12 aylık depolama sonucu, bütün olarak dondurularak depolanan alabalıklarda % 4.52 artışla % 34.56'ya, filetolarda % 3.96'lık artışla % 34'e yükselmiştir. Dondurularak depolanan alabalıkların fosfolipidlerindeki hidroliz ve otooksidasyonları bir arada olmaktadır. Bu nedenle doymamış yağ asitlerinin otooksidasyonundan kaynaklanan bir azalma doğrudan doymuş yağ asitlerinin artış oranına yansımaktadır. Tekli doymamış yağ asitlerinin büyük bir bölümü % 21.76 ile C_{18:1}(oleik) ve %6.03 ile de C_{16:1} (palmitoleik) asit oluşturmaktadır. Gökkuşağı alabalıklarının taze iken % 28.44 olan tekli doymamış yağ asitlerinde meydana gelen değişimler ilk 1 ve 3 aylarda yağ asitlerinde oksidasyondan kaynaklanan düşüşler olmuş ve 6 aydan sonra 9. ve 12. aylarda daha kararlı bir yapı oluşturmuşlardır.

Gökkuşağı alabalığında başlangıçta % 29.99 olan toplam çoklu doymamış yağ asitleri oranı bütün olarak dondurulup depolanmış alabalıklarda 1. ayda artış göstermiş ve daha sonraki aylarda sürekli düşme gözlenmiştir. Fileto olanlarda ise düşme 1. aydan itibaren başlamış ve düzenli olarak devam etmiştir. Bünyelerinde birden fazla çift bağ olması sebebiyle oksidasyona daha çok maruz kalarak parçalanan çoklu doymamış yağ asitleri peroksit ve karbonil bileşiklere dönüşerek yok olmaktadır. Bir yıllık depolama sonucunda bütün olarak dondurulanlarda % 3.09 ve filetolarda % 2.93 azalma görülmüştür. Fileto edilmiş alabalıklardaki azalmalar en az düzeyde görülmüştür. Yağ asitlerinin oranı azalırken oksidasyon oranı artmıştır. Balığın oksidasyona uğramasında bu yağ asitlerinin % 70-80 oranında etkili olduğu belirlenmiştir. Dondurarak depolama süresi içerisinde ÇDYA'larda 6. aydan sonra azalmalar başlamakta ve oksidasyon 9. ve 12. ayın sonuna kadar devam etmiştir. n-3 yağ asitlerinden EPA ve DHA da önemli

ölçüde azalmalar kaydedilmiştir ve bu azalmalara yöntem ve sürenin etkili olduğu tespit edilmiştir (Dönmez ve Tatar 2001).

Konar ve Köprücü (2002), pelet yemle $14.6 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ su sıcaklığında 5 ay süreyle beslenmiş olan gökkuşağı alabalıklarının etindeki yağ asidi miktarlarını araştırmışlardır. Gökkuşağı alabalığının etinde ve bu balıkların beslenmesinde kullanılan yemde; doymuş (C12:0, C14:0, C15:0, C16:0, C18:0, C20:0, C22:0), tekli doymamış (C14:1, C16:1, C18:1, C20:1, C22:1) ve çoklu doymamış (C16:2, C18:2, C20:2, C20:3, C20:4, C20:5, C22:4, C22:5, C22:6) yağ asitleri tespit edilmiştir. Balık etlerinin yağ asidi miktarları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P < 0.05$ her bir yağ asidi için). Sonuç olarak , balık etlerindeki ve yemdeki C12:0, C14:0, C15:0 ve C16:2 yağ asiti miktarları arasındaki korelasyonların önemli olduğu bildirilmiştir. Ayrıca balık etindeki toplam yağ asitlerinin % 35.58'ini doymuş, % 32.63'ünü tekli doymamış, ve % 32.75'ini çoklu doymamış yağ asitlerinin oluşturduğu, yemlerde ise bu yağ asitlerine ait değerlerin sırasıyla % 35.76, % 31.90 ve % 31.48 olduğu bildirilmiştir. Balıkların yağ asiti içeriklerinin rasyonlarındaki yağ asiti kompozisyonlarının yansımasıdır. Balıkların beslenmesinde, özel bir diyet uygulanarak istenen yağ asiti kompozisyonuna ulaşmak için gereken sürenin önceden belirlenmesi güçtür. Çabuk büyüyen genç balıklarda oldukça kısa bir sürede diyetdeki yağ asitlerinin balıkların yağ asiti kompozisyonu üzerine etkisini görmek mümkünken, ağırlık artışının az olduğu büyük balıklarda ise, başlangıç yağ asiti kompozisyonu son bileşim oluşuncaya kadar etkisini güçlü bir şekilde devam ettirir. Yağ asitlerinin dokularda yoğunlaşması bir çok değişik metabolik unsurlarla modüle olmaktadır. Yağ asitlerinin son kompozisyonu, başlangıç yağ asiti içeriğine, diyetle alınan yağ asiti miktarına, büyüme oranına ve süresine bağlı olarak değişmektedir (Robin *et al.* 2003).

Koca vd. (2006)'nin yapmış olduğu bir araştırmada Karadeniz'de yetiştirilen gökkuşağı alabalıkları üzerinde iki farklı teknoloji ile üretilmiş (ekstrüde ve pelet) yemlerin balıkların gelişmeleri üzerine yaptıkları etkiler incelenmiştir. Denizde yürütülen bu deneme her iki yemle beslenen balıklarda bir grup balığa canlı ağırlığın % 1.5 oranında (A, C), diğer gruba ise doyana kadar yemleme (B, P₂) yapılmıştır. Karşılaştırma yapılan grupların analiz sonuçlarına göre; A grubu ile C grubu, B grubu ile P₂ grubu, A grubu

ile B grubu ve C grubu ile P₂ grubu arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Grupların sırasıyla yem değerlendirme sayıları, 1.62, 2.03, 2.01 ve 2.36, kondisyon faktörü değerleri 1.35, 1.26, 1.43 ve 1.31 olarak belirlenmiştir.

Steffens *et al.* (1999), yaptığı araştırmada gökkuşağı alabalıklarını benzer protein içeriğine sahip (diyet I % 46.8 ve diyet II % 48.4) fakat farklı yağ oranları içeren (diyet I % 12.9 ve diyet II % 23.8) iki ticari yem ile 84 günlük bir periyotta beslemiştir. Rasyonların toplam enerji içerikleri 19.1 MJkg⁻¹ (I) ve 23.6 MJkg⁻¹'dir (II). Su sıcaklığı 11°C±1'dir. Deney sonucunda ortalama vücut ağırlıkları benzer bulunmuştur [250 g (I) ve 265 g(II)], fakat yem değerlendirme oranı ile protein dönüşüm oranının diyet II'de belirgin olarak daha iyi olduğu görülmüştür [FCR=1.06(I), 0.72(II); PER=2.03(I),2.89(II)]. Yüksek enerjili yemle beslenen alabalıklarda enerji yararlanması daha yüksek görülmüştür. Alabalık kaslarındaki yağ miktarında belirgin farklılıklar görülmemiştir [yaş ağırlıkta % 4.6 (I) ve % 4.9 (II)]. İki beslenme grubu arasında iç organlarda yağ depolanmasında küçük farklılıklar bulunmuştur. II. rasyonla beslenen balıkların kas trigliseritlerinde n-3 yağ asitleri özellikle eikosapentanoik asit (EPA) daha yüksek oranda görülmüştür.

Memiş ve Gün (2004) yaptıkları bir araştırmada farklı rasyonları gökkuşağı alabalıklarının ilk olgunlaşma dönemindeki büyüme, gonad gelişimi ve kas kompozisyonuna etkilerini incelemişlerdir. Bu nedenle başlangıç ağırlıkları 174 g olan gökkuşağı alabalıkları üç farklı ticari yem ile aynı çevre koşullarında ilk yumurtlama evresine kadar beslenmişlerdir. Bu çalışmada balıkların büyüme performansı (canlı ağırlık artışı, kondisyon faktörü, spesifik büyüme oranı, yem değerlendirme oranı), gonadosomatik indeks (GSI), hepatosomatik indeks (HSI) ve kas biyokimyasal kompozisyonu (protein, yağ, kül ve kurumadde) incelenmiştir. Ekstrude pelet yemle beslenen balıkların ortalama canlı ağırlık artışı ve kondisyon faktörü diğer yemlerle beslenen balıklardan farklı bulunmuştur (p<0.05). Gruplar arasında spesifik büyüme oranı, ortalama boy artışı ve yem değerlendirme oranı bakımından istatistiksel olarak fark görülmemesine rağmen yem değerlendirme oranı bakımından ekstrude yemle beslenen balıklarda diğer balıklara göre nisbeten düşük bulunmuştur. Ekstrude yemle beslenen grubun HSI değerinde diğer gruplara göre istatistiki olarak farklı bulunmasına (p<0.05)

karşın GSI bakımından gruplar arasında fark görülmemiştir. Farklı yemlerle beslenen balıkların kas kompozisyonlarında protein, kül ve kurumadde bakımından farklılık görülmemesine rağmen ekstrude yemle beslenen balıkların kaslarındaki yağ oranı yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

Haliloğlu vd. (2003), gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yağ asidi kompozisyonundaki değişimlerini erken gelişme safhalarında (yumurta, embryo, alevin ve fry) incelemişlerdir. Enerji kaynağı olarak 14:0, 16:1n-7 ve 18:1n-9 gibi doymuş ve tekli doymamış yağ asitlerinin fazla miktarda kullanıldığı tespit edilmiştir. Erken gelişme süresince 18:3n-6, 18:4n-3, 20:2n-6 ve 22:5n-3 yağ asitlerinin miktarları önemli derecede azalmıştır ($p<0.05$). Gelişme esnasında n-6 çoklu doymamış yağ asiti miktarı % 16'dan % 12.9'a düşerken, en yüksek azalma % 33.89'dan % 23.41'e düşen tekli doymamış yağ asitlerinde gözlenmiştir.

Doku tipine ve beslenme şekline bağlı olarak yağ asidi kompozisyonlarındaki değişikliklerin saptanması amacıyla yapılan bir araştırmada Barrado *et al.* (2003), gökkuşuğu alabalıklarını, ekstrude kuru (nem oranı % 10'un altında olan) olan ancak yağ içerikleri farklı (% 29.18, % 25.85 ve % 23.71) üç yem ve bir kontrol grubu ile beslemiştir. Alabalıkların farklı dokularındaki yağların yağ asitleri kompozisyonlarındaki değişiklikleri kaydetmiştir. Hangi ölçüde yağ asidi içeriğinin gökkuşuğu alabalıklarının gelişimini ve karakteristik özelliklerini nasıl etkilediğini esas alarak sonuçları değerlendirmişlerdir. Balıkların yetiştiği çiftlik ortamı ve verilen yemlerin yağ içerikleri ile ilgili olarak yağ asidi kompozisyonlarında farklılıklar görüldüğünü belirtmişlerdir.

Yapılan bir diğer araştırmada, gökkuşuğu alabalıklarının rasyonlarındaki balık yağı oranının en az % 50'sinin alternatif yağ kaynakları ile değiştirilmesinin neden olacağı etkiler araştırılmıştır. Bu rasyonların gelişim, besin dönüşümü ve sindirilebilirliği, dokulardaki yağ asidi kompozisyonu ve dokuların yapısı üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Bu amaçla dört deneysel rasyon formüle edilmiştir. Bunlar balık yağı ile farklı bitkisel yağların (% 60-80 balık yağı değişimini sağlamak için) kombinasyonu ile

oluşturulmuştur ve tek tip hayvansal yağ (domuz yağı) içeren rasyonlardır. Beşinci rasyon sadece balık yağı içeren kontrol grubu olarak hazırlanmıştır. Başlangıç ağırlığı 250 g olan gökkuşağı alabalıkları 12°C'de 64 gün süreyle üç tekrarlı gruplar halinde günde iki kez doyana kadar yemlenmiştir. Balıkların gelişimi rasyonlara bağlı olmaksızın iyi görülmüştür (TGC₃ 3.7-3.9). Yem değerlendirme oranları 0.72-0.79 arasında görülmüştür. Yem değerlendirmede en belirgin farklılık zeytinyağı-domuz yağı kombinasyonunda görülmüştür. Ayrıca bu rasyonda yağ sindirilebilirliğinin daha düşük olduğu görülmüştür. Balıkların; karaciğer ile kaslarındaki yağ asitleri kompozisyonları gruplar arasında benzerlik göstermiş ve rasyonların yansıması şeklinde oluşmuştur. Fakat ayrı ayrı rasyonlardaki yüzdelerine kıyasla dokulardaki 20:5n-3 seviyesi daha düşük ve 22:6n-3 seviyeleri daha yüksek oranlarda olduğu görülmüştür. Histolojik olarak bitkisel yağlarla beslenen balıkların hücre yapılarında yağ damlacıkları görülmüştür. Benzer durum karaciğerlerinde de görülmüştür (Caballero *et al.* 2002).

Arıman ve Aras (2003)'ın çeşitli yem gruplarının alabalık yavrularının büyüme performansına ve et verim özelliklerine etkileri üzerine yaptıkları araştırmada, yavru balıklar 16 hafta süresince kuru (ticari pelet), yaş (dalak + karaciğer) ve canlı (Artemia + Drosophila sp.) yemle beslenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre karkas ağırlığı kuru yemle beslenen gruplarda yüksek çıkmıştır. Kondisyon faktörü, hepatosomatik ve viscerosomatik indeks değerleri ise canlı yemle beslenen gruplarda yüksek çıkmıştır. Ancak yaş ve canlı yemle beslenen balıkların kondisyonları iyi ve yaşama oranının arttığı belirlenmiştir. Özellikle yaş ve canlı yemle beslenen alabalıklarda renk daha canlı ve parlak olmuştur.

Ağırağaç ve Hatipoğlu (1998) yapmış oldukları bir araştırmada deniz suyunda yetiştirilen gökkuşağı alabalığına verilen iki ticari yemin (devlete ait olan ve özel bir yem fabrikasından temin edilen %46.65 ve % 44.88 protein içerikli) gelişme üzerine yaptığı farklılıkları araştırmışlardır. Deneme gruplarındaki balıklar deneme süresince günde iki kez, doyuncaya kadar elle yemlenmiştir. Deneme süresi, alabalıkların pazarlama büyüklüğüne gelinceye kadar planlanmış ve bu dönem 64 gün sürmüştür. Grupların sırasıyla başlangıç ağırlıkları ortalama 102.15 ±2.037 g ve 104.15±1.98 g iken, deneme sonunda ortalama 279.31±5.46 ve 284.18±6.40 g canlı ağırlığa ulaşmış,

ağırlık artışları sırasıyla 177.16 ve 179.3 g olarak gerçekleşmiştir. Yem değerlendirme katsayıları ise 1. grupta 1.25 ve 2. grupta 1.19 olarak saptanmıştır. Ortalama canlı ağırlık artışı % 46.65 protein içeren yemle beslenen grupta daha yüksek olmuştur. Ancak gruplar arasında yapılan t testi sonucunda farklılığın önemli olmadığı saptanmıştır.

Harmantepe ve Büyükhatipoğlu (2007) araştırmalarında özel bir yem fabrikasından temin edilmiş alabalık yemi (A yemi) ile işletmede hazırlanan yemin (B yemi) gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) büyümesi ve yem giderlerinin azaltılması üzerine etkisini incelemişlerdir. Deneme süresince, balıkların büyümesine paralel olarak her iki yemin 2, 3 ve 4.5 mm çaplarındaki peletleri kullanılmıştır. İki dönemde yürütülen denemenin 1. döneminde ortalama ağırlığı 23 g olan gökkuşağı alabalıklarından her bir havuza 1500 adet balık stoklanmıştır. Denemede 1. gruba A yemi, 2. gruba B yemi verilmiştir. 60 gün süren 1. dönem sonunda gruplardan sırasıyla 90.69 ± 0.33 g, 88.73 ± 0.26 g ortalama ağırlıklar elde edilmiş ve gruplar arasındaki fark önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Denemenin 2. Döneminde ortalama ağırlıkları 90.70 ± 0.24 g, 88.69 ± 0.23 g olan gökkuşağı alabalıklarından her bir grupta 400'er adet balık stoklanmıştır. 60 gün süren 2. dönem sonunda gruplardan sırasıyla 265.11 ± 1.62 ve 237.55 ± 1.54 g ortalama ağırlıklar elde edilmiş ve gruplar arasındaki fark önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. 1. dönem sonunda, yem dönüşüm oranı her iki grupta da 0.99, spesifik büyüme oranları sırasıyla 2.24 ve 2.19, protein etkinlik oranı, 2.02 ve 1.96 olarak saptanmıştır. 2. dönem sonunda ise yem dönüşüm oranı sırasıyla 1.18 ve 1.21, spesifik büyüme oranları 1.49, 1.64, protein etkinlik oranları, 1.68 ve 1.64 olarak saptanmıştır. Toplam 120 günlük deneme sonunda gruplarda nitrojen birikimi sırasıyla % 38.58 ve % 36.36, nitrojen boşaltımı ise % 61.41 ve % 63.64 olarak saptanmıştır. Araştırmanın 1. dönemi sonunda saptanan ortalama ağırlıklar arasındaki farkın çok düşük olması ve ekonomik açıdan incelendiğinde B yeminin A yemine kıyasla % 43.37 karlılık sağlaması ve B yeminin 23-90 g ağırlığındaki balıklarda kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca balığın büyüme performansı üzerine yemin nem içeriğinin etkisi balık türüne bağlı olarak değişmiştir. Bu denemede de nem oranı % 7.8-9 arasında olan yemlerle (ticari pelet yem), % 37.9-38.2 arasında olan yemler (işletmede hazırlanan ve kurutma işlemi uygulanmayan pelet yem) kullanılmıştır. Nem oranı yüksek olan B yemi

ile yemlenen balıklarda, nem oranı daha düşük olan A yemi ile yemlenen balıklardan daha az ağırlık artışı elde edilmiştir.

Öz (2004)'ün yaptığı bir araştırmada deniz suyunda ve tatlı suda ağ kafeslerde yetiştirilen gökkuşağı alabalığının gelişme farklılıklarını incelemiştir. Deneme sonunda ortalama gölde 303.77 ± 2.93 g ve denizde 370.89 ± 4.10 g canlı ağırlıklar elde edilmiş olup tatlı su ve deniz suyu değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Spesifik büyüme oranları gölde % 1.21 ve denizde % 1.46, yem değerlendirme oranı değerleri sırasıyla , 1.29 ve 1.12, kondisyon faktörü değerleri ise sırasıyla , 1.23 ve 1.22 olarak belirlenmiştir.

TVB-N değerleri balık ve balık ürünlerinin tazeliğini belirlemekte kullanılan önemli bir analizdir. Buna rağmen TVB-N değerleri türe, işleme koşullarına ve depo sıcaklığına bağlı olarak donmuş depolama sürecinde değişken değerler vermektedir. Toplam uçucu bazik azot tayini bozulma esnasındaki duyuşal değişimlerle oldukça ilgilidir. TVB-N çoğu tatlı su balıklarında soğuk depolama esnasında, bu balıkların düşük veya önemsenmeyecek kadar az trimetilamin oksit içermeleri nedeniyle yavaş yavaş artar. TVB-N değerine göre su ürünlerinin sınıflandırılması;

- 25 mg/100g TVB-N içeren örnekler “çok iyi”,
- 30 mg/100g TVB-N içeren örnekler “iyi”,
- 35 mg/100g TVB-N içeren örnekler “pazarlanabilir”,
- 35 mg/100g'dan fazla TVB-N içeren örnekler “bozulmuş” olarak tanımlanmaktadır (Varlık vd. 1993).

Tokur vd. (2006) sebze püresi ile kaplanmış alabalık filetolarının (SPAF) besinsel, kimyasal ve duyuşal kalitesi üzerine -18°C 'de dondurarak depolamanın etkisini belirlemek için bir araştırma yapmışlardır. Bu araştırmada kontrol grubu olarak da sebze püresi kaplanmamış alabalık filetosunu (AF) değerlendirmişlerdir. Araştırmada 12 aylık bir depolama süreci uygulanmıştır. Depolamanın sonucunda SPAF'de methionin ve AF'de histidin amino asidi hariç diğer tüm amino asitler yavaşça azalmıştır. TBA değeri

(mg malonaldehit/kg) taze iken 0.20 mg malonaldehit/kg iken depolama sonucunda SPAF'de 0.50 mg malonaldehit/kg'a, AF'de ise 1.30 mg malonaldehit/kg'a önemli bir şekilde artmıştır ($p<0.05$). TVB-N değerinde (mg N/100g) SPAF'de önemli bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$). AF'de ise TVB-N değeri ($p<0.05$) depolamanın 5. ayında önemli bir şekilde artmış, daha sonra yavaşça azalmış ve sabit kalmıştır. miyofibrilar ve sarkoplazmik protein çözünürlüğü her iki grupta da önemli bir şekilde azalmıştır ($p<0.05$). Duyusal değerlendirmede; renk, koku, tat, doku yapısı ve genel kabul edilebilirlik SPAF'de önemli bir değişim göstermezken, tüm bu parametrelerin skorları AF'de azalmıştır. Buna rağmen ne SPAF'de ne de AF'de depolama boyunca panelistler tarafından verilen skorlar kabul edilemez sınırına ulaşmamıştır.

Yağlı balıkların depolanmasında raf ömrünü etkileyen en önemli unsurun yağların oksidasyonu olduğu bilinmektedir. Kaslardaki yağın oksidasyonunu etkileyen bir çok faktör vardır. Bunlar arasında balığın türü, içerdiği çoklu doymamış yağ asitleri miktarı, antioksidant içeriği, depolama sıcaklığı en önemli faktörlerdendir.

Doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu oluşan malonaldehitin, tiyobarbitürik asit ile ısıtılması sonucu kırmızı rengin meydana gelmesi esasına göre bulunan mg malonaldehit/kg örnek miktarlarına göre balıklar sınıflandırıldığında:

- Çok iyi bir materyalde TBA sayısının 3'ten az olması,
- İyi bir materyalde TBA sayısının 5'ten fazla olmaması,
- Tüketilebilir nitelikteki bir materyalde ise TBA sayısının 7-8 arasında olması gerektiği belirtilmektedir (Varlık vd. 1993).

Korkmaz (2007) yaptığı araştırmada, 3 farklı oranda selenometiyonin eklenmiş yemlerle beslenerek 14 gün buzda depolanan gökkuşağı alabalıklarının protein kalitesi ve lipit oksidasyonundaki değişimleri incelemiştir. Lipit oksidasyonu TBA sayısı, protein denatürasyonu ise sodyum dodesil sülfat polimerizasyonu (SDS-PAGE) analizleri ile incelenmiştir. Yüksek düzeyde selenometiyonin katkısı yapılan yemlerle beslenen alabalıkların depolama boyunca TBA sayısında diğer gruplara göre önemli bir

azalma saptanmıştır. Elektroforez analizi sonucunda ise, miyofibrilar proteinlerin denatürasyonunun daha depolamanın başlangıcında meydana geldiği ve depolama boyunca da proteinlerin denatürasyonunda önemli bir değişikliğin olmadığı görülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Deneme yeri

Deneme Kastamonu Araç'ta bulunan üretim kapasitesi 180 ton/yıl olan ER-SU Su Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti.'nin Alabalık Üretim Çiftliğinde 01 Mayıs 2006 ile 10 Temmuz 2006 tarihleri arasında kurulmuştur.

Araştırmada kullanılan alabalıklar 150 g ağırlığa ulaşana kadar 40 m²'lik beton havuzlarda (şekil 3.1), 150 g'ı geçtikten sonra 100 m² 'lik toprak havuzlarda (şekil 3.2) beslemeye alınmıştır.



Şekil 3.1 Er-Su Alabalık Üretim Çiftliğinde kullanılan beton havuzlardan bir görüntü



Şekil 3.2 Er-Su Alabalık Üretim Çiftliğindeki toprak havuzlardan bir görüntü

3.1.2 Balık materyali

Bu çalışmada, ER-SU Su Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti.'nin Kastamonu Araç'ta bulunan Alabalık Üretim Çiftliği'nden temin edilen 88.15 ± 2.38 g ağırlığındaki *Salmonidae* (Salmonlar) familyasına dahil olan *Oncorhynchus mykiss* türü (gökkuşaağı alabalığı) balıklar materyal olarak kullanılmıştır.

Denemeye iki tekerrürlü olarak, 6 havuzda 2500'er adet balık ile başlanmıştır. Deneme sonuna kadar bütün havuzlarda günlük olarak ölen balıkların kayıtları tutulmuştur. Deneme sonunda her bir havuzdan rastgele 50'şer adet balık alınarak soğuk muhafaza koşulları altında Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarına getirilerek analize alınmıştır.

3.1.3 Yem materyali

Denemede; piyasada bulunan 4 ve 4.5 mm’lik üç farklı tip büyütme yemi kullanılmıştır. Bu yemlerden ekstrude yem “A”, ekspanded yem “B” ve pelet yem ise “C” olarak kodlanarak metin içerisinde kullanılmıştır.

Deneme süresince balıklar düzenli olarak günde 2 kez (sabah, akşam) ağırlıklarının % 2’si oranında yem ile elle beslenmiştir. Yemleme oranları haftalık dönemlerde yapılan tartımlara göre düzenlenmiştir.

3.1.4 Su materyali

Üretme çiftliğinde kullanılan su, kaynak suyu olup 15°C sabit sıcaklıkta, berrak ve kokusuzdur. İşletmeye ait su analiz raporu Ek 1’de verilmiştir.

3.2 Metot

3.2.1 Örneklerin hazırlanması

Kastamonu-Araç'ta bulunan ER-SU Su Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti.'nin Alabalık Üretim Çiftliğinde yetiştirilen alabalıklar deneme sonunda soğuk muhafaza koşullarına uygun olarak laboratuvara getirilerek analize alınmıştır. Bu aşamada gerekli ölçümleri [boy (standart ölçme yöntemine göre), ağırlık] yapılmış ve fileto çıkarmak amacıyla, bisturi ve bıçaklar kullanılarak baş kesilip, iç organları çıkarıldıktan sonra kılçık ve kemikleri ayıklanmış, iç organlar, karaciğer ve fileto ağırlıkları ölçülmüştür. Elde edilen filetolar yıkanarak ikişerli gruplar halinde polistren tabaklara yerleştirilerek delikli paslanmaz çelik raflar içeren LABOFREEZE patentli, model no:00290015 olan FRIGOSCANDIA Mobil marka hava akımlı dondurucu ünitesine yerleştirilerek -40°C'de 45 dakika tutularak dondurulup, streç film ile kapatılarak -18°C'deki dondurucuya konulmuştur. Örnekler altı ay dondurucuda depolandı. Birer aylık dönemlerde dondurucudan çıkarılıp, çözöldükten sonra homojen hale getirilerek analizleri yapılmıştır.

3.2.2 Uygulanan analizler

3.2.2.1 Nem miktarının belirlenmesi

105°C'de kurutulduktan sonra darası alınmış kurumadde kaplarına yaklaşık 5 g homojen hale getirilmiş örnek tartılmış ve aynı sıcaklıktaki kurutma dolabında sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve kurumadde kaplarının tartım farkından örnekteki % nem miktarı belirlenmiştir (AOAC, 1990).

3.2.2.2 Yağ miktarının belirlenmesi

Örneklerin başlangıçtaki toplam yağ miktarı, sıcak ekstraksiyon yöntemi ile Soxhlet düzeneği kullanılarak belirlenmiştir (AOAC 1990).

3.2.2.3 Kolesterol miktarının belirlenmesi

Soğuk ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen lipitten yaklaşık olarak 0.5-1.0 g ağız kapaklı cam tüplere alınarak üzerine 0.3 ml %33'lük KOH ve 3 ml %95'lik etil alkol çözeltisi ilave edildikten sonra iyice karıştırılarak 60°C'daki su banyosunda 15 dakika süre ile sabunlaştırılmıştır. Süre sonunda tüpler soğutularak üzerine 10 ml hekzan, 3 ml destile su ilave edilmiştir. İyice karıştırılan tüpler faz ayrımının oluşması için en az 10 dakika süre ile bekletilmiştir. Kolesterol miktarının belirlenmesi için hekzan tabakasından 1 ml alınarak test tüpüne aktarılmıştır. Hekzan, azot gazı altında uçurulmuştur. 840 mg FeCl₃ ve 10 ml konsantre glasiyel asetik asit ile hazırlanan stok FeCl₃ çalışma çözeltisinden 1 ml alınarak konsantre glasiyel asetik asit ile 100 ml'ye tamamlanarak FeCl₃ çalışma çözeltisi hazırlanmıştır. Daha sonra test tüpüne 1.5 ml FeCl₃ çalışma çözeltisi ilave edilerek karıştırılmıştır. 15 dakika beklenerek tüplere 1 ml konsantre H₂SO₄ eklenerek tüp karıştırıcıda 1 dakika süre ile karıştırılmıştır. Tüpler karanlık ortamda 45 dakika tutulduktan sonra oluşan pembe rengin absorbans değeri 560 nm dalga boyunda Shimadzu UV 1601 Visible model spektrofotometrede okunmuştur. 25 mg/25 ml olarak hazırlanan kolesterol standardından belirli miktarda alınarak aynı yöntem uygulanarak, kolesterol standart kurvesi çizilmiştir. Kolesterol standart kurvesinden yararlanılarak örnekteki kolesterol miktarı mg kolesterol/100 g örnek olarak belirlenmiştir (Rudel and Morris 1973).

3.2.2.4 Protein miktarının belirlenmesi

Örneklerin başlangıçtaki ham protein miktarı (%), Kjeldahl yöntemine göre örneklerin önce % azot miktarı belirlenmiş ve daha sonra da 6.25 faktörü ile çarpılarak saptanmıştır (AOAC, 1990).

3.2.2.5 Kül içeriğinin belirlenmesi

Örneklerin başlangıçtaki ham kül miktarının belirlenmesi için, sabit ağırlığa getirilen porselen kül kapsüllerine yaklaşık 3-4 g örnek tartılarak kül fırınına konmuştur. Sıcaklık kademeli olarak artırılarak 550-570°C'ye getirilmiş ve kül kapsülündeki örnek rengi gri-beyaz olana kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Kül kapsüllerinin tartım farkından örnekteki % kül miktarı belirlenmiştir (AOAC 1990).

3.2.2.6 Mineral madde miktarının belirlenmesi

Yaklaşık 1 g örneğin HClO_4 , H_2SO_4 ve HNO_3 ile yaş yakma işlemine tabi tutulmasından sonra %37'lik HCl ilave edilmiş, Watman 42 külsüz filtre kağıdından süzölmüş ve 100 ml'ye saf su ile tamamlanarak renkli cam şişelere alınmıştır. Hazırlanan konsantrasyonlar ICP-AES (Varian Vista-Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer-Avustralya) cihazında okunarak mineralleri belirlenmiştir (Skujins 1998).

ICP-AES'in çalışma şartları:

Alet	: ICP-AES (Varian Vista)
RF Güç	: 0.7-1.5 kw (1.2-1.3 kw Axial)
Plazma gaz akış oranı (Ar)	: 10.5-15 L/d (radyal) : 15 L/d (Axial)
Auxiliary gaz akış oranı (Ar)	: 1.5 L/d
Algılama yüksekliği	: 5-12 mm
Kopya etme ve okuma süresi	: 1-5 s (max 60 s)
Kopya etme	: 3 s (max 100 s)

3.2.2.7 Kondisyon faktörü (KF) değerin belirlenmesi

Kondisyon Faktörü (KF)= $100 \times (VA, g) \times (uzunluk, cm)^{-3}$ formülü ile hesaplanmıştır (Caballero *et al.* 2002).

VA=Vücut Ağırlığı

3.2.2.8 Hepatosomatik indeks (HSI) değerin belirlenmesi

Hepatosomatik İndeks (HSI), % = $100 \times \text{Karaciğer ağırlığı (g)} \times VA^{-1}$ formülü ile hesaplanmıştır (Caballero *et al.* 2002).

3.2.2.9 Viscerosomatik indeks (VSI) değerin belirlenmesi

Viscerosomatik İndeks (VSI), % = $100 \times \text{İç organ ağırlığı (g)} \times VA^{-1}$ formülü ile hesaplanmıştır (Caballero *et al.* 2002).

3.2.2.10 Yaşama oranının belirlenmesi

Yaşama oranı (YO), % = $\text{Periyot sonu balık sayısı} / \text{Başlangıç balık sayısı} \times 100$ formülü ile hesaplanmıştır (Arıman ve Aras 2003).

3.2.2.11 Fileto verimi (FV) değerin belirlenmesi

Fileto Verimi (FV), % = $100 \times \text{Fileto ağırlığı (g)} \times VA^{-1}$ formülü ile hesaplanmıştır (Caballero *et al.* 2002).

VA=Vücut Ağırlığı

3.2.2.12 pH değerinin belirlenmesi

10 g örnek destile su ile 1/10 oranında karıştırılıp İka Marka Ultra-Turrax T25 model homojenizatörde 1 dk süresince homojenize edilmiş ve pH değerleri Knick marka pH-Metrede belirlenmiştir. Okumalardan önce pH metre, pH 4 ve 7 tampon çözeltileriyle ayarlanmıştır (AOAC 1990).

3.2.2.13 Serbest yağ asitliğinin belirlenmesi

Örneklerden Bligh ve Dyer (1959) tarafından belirtilen soğuk ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen lipitten 1 g tartılarak üzerine 50 ml nötr etil alkol eklenmiştir. Karışıma bir kaç damla % 1'lik fenolfitaleyn indikatörü damlatılarak açık pembe renk oluşana kadar 0.1 N KOH ile titre edilmiştir. Gökkuşağı alabalık örneklerinin serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (AOAC, 1996):

$$SYA (\% \text{ oleik asit}) = V \times N \times 28.2 / m$$

V= Titrasyonda kullanılan 0.1 N KOH miktarı (ml)

N= Titrasyonda kullanılan KOH çözeltisinin tam normalitesi

m= Örnek miktarı (g)

3.2.2.14 Tiyobarbitürik asit (TBA) değerin belirlenmesi

Örneklerde yağın oksidasyon derecesi, tiyobarbitürik asit (TBA) tayini ile saptanmıştır. Yöntemin ilkesi; örneğin yapısında bulunan malonaldehitin destilasyon ile ayrılması, TBA reaktifi ile reaksiyona sokularak, oluşan rengin yoğunluğunun (absorbansının) spektrofotometrede ölçülmesidir. Bu amaçla 10 g örnek, 50 ml destile su ile blendırda 2 dakika karıştırılıp homojen hale getirilmiş, daha sonra bu karışım 47.5 ml saf su ile Kjeldahl balonuna aktarılmış ve 2.5 ml 4 N HCl solüsyonu ilave edilerek pH 1.5'a düşürülmüştür. Kjeldahl balonu destilasyon ünitesine yerleştirilmiş ve 10 dakikada 50 ml destilat toplanıncaya kadar destilasyona devam edilmiştir. İyice karıştırılan destilattan ağız kapaklı cam tüplere 5 ml alınmış ve üzerine % 90 'lık glasiyal asetik asit

ile hazırlanmış 0.02 M 'lık TBA ayırıcından 5 ml ilave edilerek 35 dakika süreyle kaynar su banyosunda tutulmuştur. Ayrıca destile su ve TBA ayıracı ile aynı şekilde hazırlanan kör, örnekle aynı işleme tabi tutulmuştur. Daha sonra su banyosundan alınan tüpler musluk suyu altında soğutulmuş ve örneğin optik dansitesi, 538 nm dalga boyunda, köre karşı sıfırlanan, UNICAM UV/VIS model spektrofotometrede okunmuştur. Okunan değerler 7.8 faktörü ile çarpılarak TBA değeri belirlenmiştir (mg MA/kg örnek) (Tarladgis *et al.* 1960).

TBA Değeri (mg MA/kg örnek) = A x 7.8

A: 538 nm dalga boyunda ölçülen absorbans

3.2.2.15 Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) değerinin belirlenmesi

10 g örnek homojen hale getirildikten sonra 2 g magnezyum oksit ve 350 ml destile su ilavesiyle karışım Kjeldahl balonuna aktarılmıştır. Balona köpük önleyici olarak silikon yağı ve birkaç kaynama taşı atılıp, destilasyon ünitesine yerleştirilmiş ve destilat, içerisinde %2'lik 25 ml borik asit ve metil red indikatörü içeren erlen içerisinde toplanmıştır. Destilat eldesi, karışımın kaynamaya başlamasından sonraki ilk 25 dakika içinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen destilat ve 25 ml borik asit ile hazırlanmış kör N/10'luk H₂SO₄ ile titre edilmiştir. Harcanan değerler aşağıda verilen formüldeki yerine konarak 100 g örnekteki TVB-N miktarı miligram olarak bulunmuştur (Pearson and Cox 1962).

Mg TVB-N = A x 1.4 x 100 / B

A: ml olarak harcanan 0.1 N HCl

B: Örneğin tartım ağırlığı

3.2.2.16 Yağ asitlerinin belirlenmesi

Soğuk ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen lipitten, 0.4 g civarında viyal içine tartılarak, üzerine 4 ml kromotografik saflıktaki izooktan eklenerek çalkalanmıştır. Daha sonra bunun üzerine 2 N metanollü KOH çözeltisinden 0.2 ml ilave edilemiş, solüsyon berraklaşana kadar çalkalanmıştır. 6 dakika karanlıkta bekletilmiştir. 1-2 damla metil oranj damlatıldıktan sonra 0.45 ml 0.1 N HCl eklenmiştir. Faz ayrılmasından sonra üstteki berrak faz cam şişelere alınarak kromotografik analiz yapılincaya kadar – 40°C’de saklanmıştır (Anonymous 1987).

Standartlardaki ve örneklerdeki yağ asidi metil esterlerinin ayrımı için gaz kromatografisine 0.5µl’lik enjeksiyonlar yapılmıştır. Yağ asitlerinin belirlenmesinde FID dedektör ve Omegawax 320 (30m x 0.32 mm ID x 0.25µm) kapılar kolon kullanılmıştır. Başlangıç sıcaklık derecesi olan 80°C’da 2 dk bekletilecek örnekler, dakikada 5°C’lık artış hızıyla 150°C’da 2 dakika bekletildikten sonra, dakikada 2°C’lık artışla 190°C sıcaklığa ulaşmıştır. Akış hızı 0.7 ml/dakika, enjeksiyon bloğu sıcaklığı 230°C ve dedektör sıcaklığı 240°C olacak şekilde ayarlanmıştır. Örneklerden elde edilen pikler, standart piklerle karşılaştırılarak tanımlanmış ve yağ asitleri, tanımlanan piklerin konsantrasyonları toplamında % olarak hesaplanmıştır.

Gökkuşaağı alabalığı etinde yağ asitleri kompozisyonunu belirlemek için kullanılan standartlar, gaz kromatografisinden çıkış sırasına göre çizelge 3.1’de verilmiştir. Elde edilen standart kromatogram sayesinde yağ asitlerinin yerleri belirlenerek analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.1 Yağ asitleri kompozisyonunu belirlemek için kullanılan standartlar

Pik No	Karbon ve Çift bağ	Yağ Asidinin Adı
1	C14:0	Miristik Asit
2	C16:0	Palmitik Asit
3	C16:1	Palmiteloik Asit
4	C18:0	Stearik Asit
5	C18:1n9	Oleik Asit
6	C18:1n7	Vakkenik Asit
7	C18:2n6	Linoleik Asit
8	C18:3n3	Linolenik Asit
9	C18:4n3	Stearidonik Asit
10	C20:1n9	Eikosanoik Asit
11	C20:5n3	Eikosapentanoik Asit
12	C22:1n11	Erusik Asit
13	C22:1n9	Behenik Asit
14	C22:5n3	Dokosapentaenoik Asit
15	C22:6n3	Dokosaheksanoik Asit
16	C24:1n9	Nevronik Asit

3.2.2.17 Aterojenik indeks (AI) değerinin belirlenmesi

Damar içi duvarında daralmaya neden olan plak oluşumu düzeyini gösteren;

$$\text{Aterojenik indeks (AI)} = [(12:0) + (4 \times 14:0) + (16:0)] \times [(\text{ÇDYA } n-6 \text{ ve } n-3) + \text{TDYA}]^{-1}$$

Formülü ile hesaplanmıştır (Turchini *et al.* 2003).

3.2.2.18 Trombojenik indeks (TI) değerinin belirlenmesi

Kanın pıhtılaşma düzeyini gösteren; Trombojenik indeks değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Turchini *et al.* 2003).

$$\text{Trombojenik indeks (TI)} = [(14:0)+(16:0)+(18:0)] \times [(0,5 \times \text{TDYA}) + (0,5 \times n-6) + (3 \times n-3) + (n-3 \times n-6^{-1})]^{-1}$$

3.2.2.19 SDS-PAGE ile proteinlerdeki değişimin belirlenmesi

Sarkoplazmik ve miyofibrilar proteinlerde meydana gelen değişimler, Sodyum Dodesil Sülfat Jel Elektroforezi (SDS-PAGE) ile belirlenmiştir. Bu amaçla, protein ekstraksiyonu için Toldra *et al.* (1992) ile Candoğan (2000) ve SDS-PAGE için Laemmli (1970) tarafından önerilen yöntemler kullanılmıştır.

Sarkoplazmik ve Miyofibrilar Proteinlerin Ekstraksiyonu: Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et Teknolojisi Laboratuvarına getirilen balık örneklerinden yaklaşık 50'şer gram ayrılarak buzdolabı poşetlerine alınarak aynı gün içerisinde - 80°C'de analiz dönemlerine kadar bekletilmiştir.

Analiz dönemlerinde, homojen hale getirilmiş örneklerden 4 g tartılarak 40 ml 0.03 M potasyum fosfat tampon çözeltisinde (pH=7.4) 3 dakika homojenize edilmiştir. Homojenat, 4°C'de 10.000 x g'de 20 dakika santrifüj edildikten sonra cam yününden filtre edilerek üstte kalan supernatant toplanmıştır. Pellet, 40 ml 0.03 M potasyum fosfat tampon çözeltisinde (pH=7.4) dispers edilerek aynı işlem tekrarlanmıştır. Her iki işlem sonunda elde edilen supernatantlar birleştirilerek sarkoplazmik protein ekstraktı olarak kullanılmıştır. Bu işlemden sonra geriye kalan pellet, 40 ml %1 β-merkaptoetanol içeren 8 M üre içinde dispers edilip, 3 dakika homojenize edildikten sonra 4°C'de, 10.000 x g'de 20 dakika santrifüj edilmiştir. Supernatant cam yününden süzülerek, miyofibrilar protein ekstraktı olarak kullanılmıştır.

Protein Konsantrasyonunun Belirlenmesi: Sarkoplazmik ve miyofibrilar protein ekstraktlarının protein konsantrasyonları, Bradford Reagent (Sigma) ile Bovine Serum Albumine'in (Sigma) standart olarak kullanıldığı üretici firma tarafından önerilen

standart yöntemle göre belirlenmiştir. Absorbanslar 595 nm’de spektrofotometerde okunmuştur.

Elektroforez İşlemi: SDS-PAGE elektroforez işlemi için hazır jeller (% 4-20 Precast Ready Gels-Bio Rad) kullanılmıştır. Analiz, Laemmli (1970) tarafından bildirilen yöntemle göre yapılmıştır. Molekül ağırlık kalibrasyon standartları olarak yüksek ve düşük molekül ağırlıklı protein standartları karışımı (Bio Rad), firmanın önerdiği yöntemle göre hazırlanarak kullanılmıştır. Elektroforez işlemi, Bio-Rad Mini Protean elektroforez düzeneği ve Bio-Rad Model Power Pac Basic güç kaynağı kullanılarak yapılmıştır. Jeller, % 10 asetik asit ve % 40 metanol içeren çözelti içinde 15 dakika SDS’in uzaklaştırılması için yıkanmış, Phast Gel Blue R 350 tabletleri kullanılarak hazırlanan boya çözeltisinde 45 dakika boyandıktan sonra, % 10 metanol ve % 5 asetik içeren çözelti içinde, jel zemininden boya uzaklaştırılana kadar bekletilmiştir (Laemmli 1970). Jellerin fotoğrafları Sony cyber-shot marka digital fotoğraf makinesi ile görüntülenmiş ve Adobe photo shop album 2.0 starter edition Software programı kullanılarak elde edilmiştir.

3.2.2.20 Duyusal analiz

Alabalık örnekleri, besleme sonu ve donmuş depolama süresince birer aylık periyotlarda değerlendirilmiştir. Bu amaçla temizlenmiş, fileto halindeki örnekler alüminyum folyoya sarılarak Termikel marka mini fırında 180°C’de 30 dk süre ile pişirilerek hazırlanmış, pişirilen balıklar önceden numaralandırılmış örnek kaplarına alınarak panelistlere verilmiştir. Duyusal analiz öncesinde panelistler, örnekler arasında geçiş yaparken ağızdaki tadı nötrlemek için ekmek yemeleri, su veya elma suyu içmeleri konusunda bilgilendirilmişlerdir. Duyusal analizde pişmiş balıklar lezzet, tekstür ve genel beğeni açısından değerlendirilmiştir. Değerlendirmede 8’li hedonik skala kullanılmıştır. Puanlamada; 8 = Mükemmel, 7 = Çok iyi, 6 = Orta derecede iyi, 5 = Az derecede iyi, 4 = Az derecede kötü, 3 = Orta derecede kötü, 2 = Çok kötü ,1 = Son derece kötü olarak değerlendirilmiştir (Candoğan and Kolsarıcı 2003). Duyusal değerlendirmede kullanılan form örneği Ek 2’de verilmiştir.

3.2.2.21 İstatik değerlendirme

İki tekrarlı olarak kurulan denemede elde edilen sonuçlar, SAS paket programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Varyans analizi tekniği ile (ANOVA) grup ortalamaları arasındaki fark belirlenmiştir. ANOVA sonucunda gerekli olduğu zaman hangi grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olduğu LSD (Asgari Önemli Fark) testi uygulanarak belirlenmiştir ($p<0.05$).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Alabalık Yemlerindeki Analiz Sonuçları

Denemede kullanılan, . ekspaded yem “A”, ekstrude yem “B” ve pelet yem “C” olarak kodlanarak kullanılmıştır. Yemlere ait, yem etiket bilgileri ile kullanılan hammaddeler detaylı bir şekilde çizelge 4.1’de verilmiştir. Etiket bilgileri incelendiğinde, B yem grubunun yağ ve kurumadde açısından en zengin yem grubu olduğu, C yem grubunun ise en düşük yağ ve kurumaddeye sahip grup olduğu görülmüştür. A yem grubunda kurumadde ve yağ oranlarının B ile C yem gruplarının arasında yer aldığı görülmüştür. Metabolik enerji içeriği yönünden yem grupları karşılaştırıldığında, en yüksek enerji değerine B grubu, sonrasında A ve en düşük değerde C grubunun sahip olduğu görülmüştür . Protein içeriklerine bakıldığında ise en yüksek protein oranının C yeminde olduğu görülmüştür. Yemler vitamin içerikleri yönünden incelendiğinde en yüksek vitamin değerlerinin A yem grubunda olduğu görülmüştür. Yemlerin hammadde unsurları karşılaştırıldığında ise B ve C yemlerinde A yeminden farklı olarak mısır gluteni, tam yağlı soya ile küf önleyici ve antioksidantların kullanıldığı görülmüştür.

Çizelge 4.1 Alabalık beslemede kullanılan yemlerin hammadde içerikleri ve kimyasal bileşimleri

Yem	Ham Madde	Yemlerin Bileşimi														
		Nem (%)	Ham Kül (%)	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	Ca (%)	P (%)	Nişasta (%)	Metabolik Enerji (kcal/kg)	Vit A (IU/kg)	Vit D3 (IU/kg)	Vit E (mg/kg)	Vit C (stay form) (mg/kg)	Biotin (mg/kg)	İnositol (mg/kg)	Choline (mg/kg)
A	Balık Unu, Balık Yağı, Buğday Unu, Soya Küspesi, Vitamin ve Mineral.	8.61	9.94	48.22	14.83	2.24	1.44	10.87	4100	20000000	2500000	250	200	1	300	900
B	Balık Unu, Buğday Unu, Soya Unu, Mısır Glütteni, Tam Yağlı Soya, Balık Yağı, vitamin ve mineral, Küf önleyiciler, Antioksidanlar.	7.47	11.6	46.26	19	1/2	1.5		4241	12500	2500	200	200	1	200	
C	Balık Unu, Soya Küspesi, Buğday Unu, Soya Unu, Tam Yağlı Soya, Balık Yağı, Mısır Glütteni, vitamin ve mineral, Küf önleyiciler, Antioksidanlar.	8.52	11.2	47	11.9	1/3	1.5		3536	12500	2500	150	150	1	200	

Alabalık beslemede kullanılan ticari yemlerin kartlarında bulunan kimyasal analiz sonuçları ile laboratuvarında yapılan analiz sonuçları karşılaştırmalı olarak çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde yemlerin nem oranlarında farklılık tespit edilmiştir. Bunun nedeninin, yemlerin laboratuvarında analize alınana kadar geçen süre içerisinde nem çekmiş olabileceğidir. Ham kül değerlerinde farklılık görülmemiştir. Mineral madde içerikleri A yem grubunda verilenden düşük olarak, diğer gruplarda ise yakın değerlerde tespit edilmiştir. Protein ve yağ oranları ise yem kartında verilen değerlerden düşük olarak tespit edilmiştir. Yem kartlarında belirtilen kalsiyum ve fosfor değerleri analiz sonuçlarından yüksek olarak tespit edilmiştir, sadece C yeminde fosfor değerinin yem kartı değeri ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2 Denemede kullanılan yemlerin yem kartı ve analiz sonuçları

Yem Bileşimi	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	Ham Kül (%)	Nem (%)	Ca (%)	P (%)
A yem kartı	48.22	14.83	9.94	8.61	2.24	1.44
A analiz	39.27	11.99 ^b	10.18 ^b	11.31 ^a	1.55 ^b	0.89 ^c
B yem kartı	46.26	19.00	11.60	7.47	½ (min/max)	1.5
B analiz	36.96	18.46 ^a	11.36 ^a	10.83 ^b	1.51 ^c	1.08 ^b
C yem kartı	47.00	11.90	11.20	8.52	1/3(min/max)	1.5
C analiz	39.57	7.14 ^c	11.92 ^a	10.94 ^b	1.93 ^a	1.53 ^a

^{a,b,c} : Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05)

Yem bileşenleri istatistiki olarak incelendiğinde protein miktarları arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu (p>0.05), yağ, kül, nem ve mineral madde içerikleri arasında ki farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

4.2 Besleme Süresince Alabalıkların Gelişimine Ait Sonuçlar

Gökkuşığı alabalıkları, yukarıda bileşimleri verilen A, B ve C ticari yemleri ile 10 hafta süresince beslendi. Bu dönem içerisinde haftalık periodlar ile ağırlıkları ölçüldü ve havuzlardaki ölü balıkların sayıları belirlendi. Yapılan bu ölçümlere ait veriler çizelge 4.3 ve 4.4 ile şekil 4.1’de verilmiştir. Balıkların canlı ağırlıklarında ilk haftada hızlı bir artış oranı gözlenmiştir. Takip eden haftalarda ağırlıklardaki artış azalan oranlarda devam etmiştir. Son haftada ise canlı ağırlık artış oranının tekrar yükseldiği gözlenmiştir. Tüm periotlarda, “B” yemi ile beslenen grupta ağırlık artışı en fazla, daha sonra “A” yemi ile beslenen grupta ve en düşük ağırlık artışı ise “C” yemi ile beslenen grupta görülmüştür. Ağırlık artışlarındaki bu farklılığa yemlerin yağ, kurumadde ve metabolik enerji değerlerinin etkili olduğu düşünülmüştür.

ANOVA tekniği ile gruplar arasındaki farklılıklar belirlenmiş ve bu farklılıkların önemi LSD testi ile tespit edilmiştir. İstatistiki kontroller alabalıkların ağırlık değişimine yem ve besleme süresi interaksyonunun önemli düzeyde etkili olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). İlk haftada A ve C grupları arasındaki farklılık önemli iken ($p<0.05$), 6. haftaya kadar B grubu ile A ve C grupları arasında, 6. haftadan itibaren tüm gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Gruplar, haftalara göre incelendiğinde tüm haftalar arasındaki farklılıklar önemli görülmüştür ($p<0.05$) (çizelge 4.3). Gruplar, haftalık ağırlık artış oranları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak incelendiğinde farklılıkların önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Çizelge 4.3 Gökkuşuğu alabalıklarının haftalık ortalama ağırlık artışları (g)

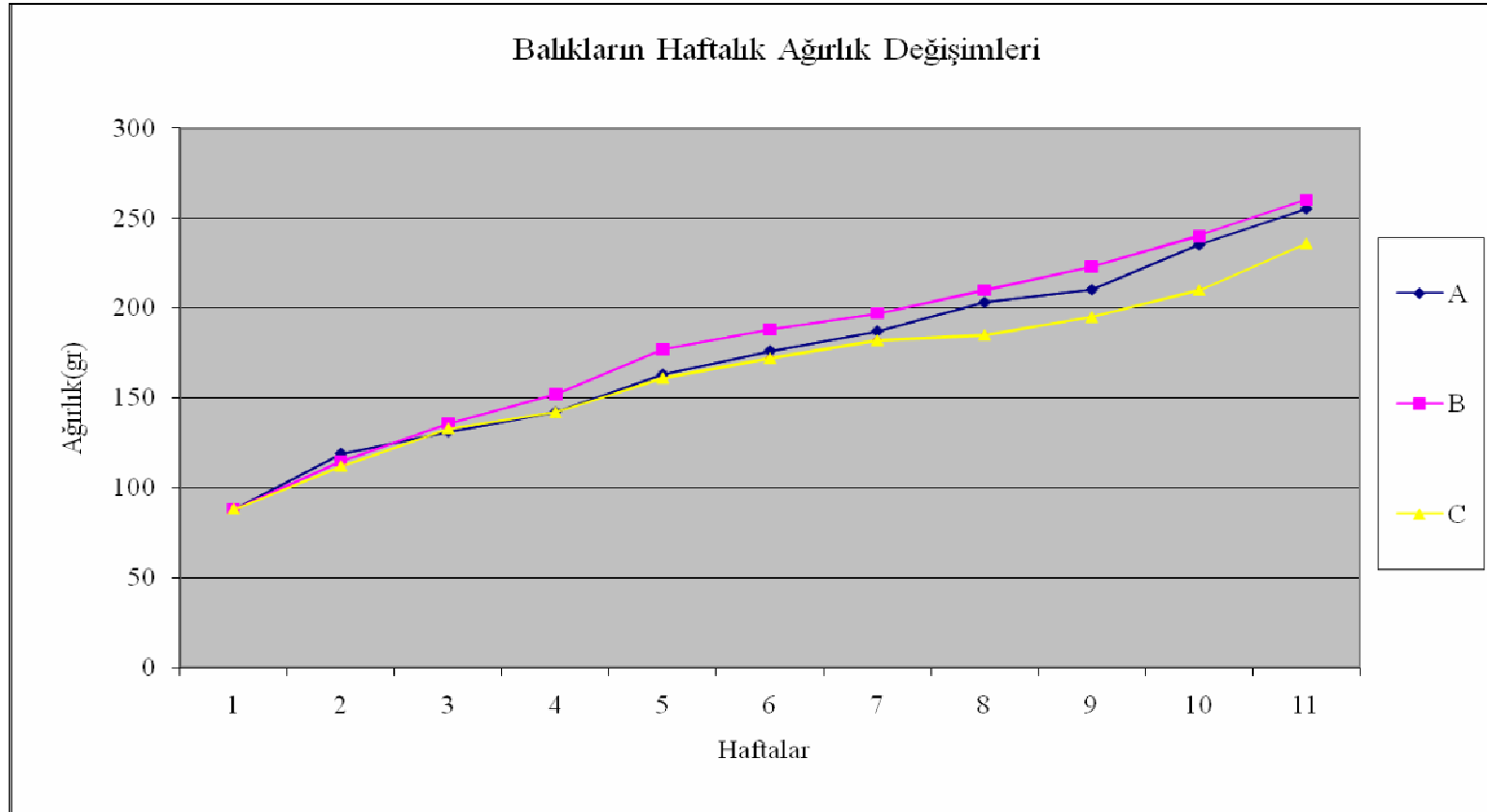
Yem Grubu	Besleme Başlangıcı	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta	7.Hafta	8. Hafta	9. Hafta	10. Hafta
A	88.15±2.38	119±1.41 ^a	131±0.71 ^b	142±1.41 ^b	163±1.42 ^b	176±1.42 ^b	187±0.81 ^b	203±2.33 ^b	210±2.82 ^b	235±2.86 ^b	255±1.43 ^b
B	88.15±2.38	115±0.70 ^{ab}	136±0.70 ^a	152±0.65 ^a	177±0.71 ^a	188±2.82 ^a	197±1.43 ^a	210±1.65 ^a	223±1.45 ^a	240±2.41 ^a	260±2.71 ^a
C	88.15±2.38	112±1.42 ^b	133±0.70 ^b	142±0.71 ^b	161±1.41 ^b	172±0.70 ^b	182±0.75 ^c	185±1.13 ^c	195±1.21 ^c	216±1.98 ^c	236±1.52 ^c

^{a,b,c} : Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05)
n=2

Çizelge 4.4 Gökkuşığı alabalıklarının haftalık ağırlık artış oranları (%)

Yem Grubu	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta	7. Hafta	8. Hafta	9. Hafta	10. Hafta	TOPLAM (Ağırlık Artışı)
A	35.00 ^a	10.08 ^c	8.40 ^b	14.79 ^b	7.98 ^a	6.25 ^a	8.56 ^a	3.45 ^c	11.90 ^a	8.51 ^b	189.28 ^b
B	30.46 ^b	18.26 ^b	11.76 ^a	16.45 ^a	6.21 ^c	4.79 ^c	6.60 ^b	6.19 ^a	7.62 ^c	8.33 ^c	194.95 ^a
C	27.06 ^c	18.75 ^a	6.77 ^c	13.38 ^c	6.83 ^b	5.81 ^b	1.65 ^c	5.41 ^b	7.69 ^b	12.38 ^a	167.72 ^c

^{a,b,c} : Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05)
n=2



Şekil 4.1 Gökkuşáğı alabalıklarının besleme süresince ağırlık artışlarının haftalık değişimleri

Deneme başlangıcı ve deneme sonunda yapılan analizlerin sonucu karşılaştırıldığında ham yağ (A;% 14.83, B;% 19.00, C;% 11.90) ve metabolik enerji içeriği (kcal/kg) (A;4100, B;4241, C;3536) daha düşük olan C yemi ile beslenen alabalıklarda A ve B yemi ile beslenen alabalıklara göre daha düşük oranlarda kurumadde (% 27.75) ve yağ (% 9.07) içerdikleri görülmüştür. C yemi ile beslenen alabalıklarda canlı ağırlık artışı A ve B yemi ile beslenen alabalıklara göre daha düşük olduğu görülmüştür. Arıman ve Hatipoğlu'nun 1998'te yapmış olduğu çalışmada protein oranı yüksek, nem oranı düşük yem ile beslenen gökkuşağı alabalıklarında canlı ağırlık artışının daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Ancak çizelge 4.2'deki veriler, yemlerin protein içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığını göstermiştir. Değer olarak yüksek protein içeriğine sahip C yemi ile beslenen alabalıklarda ağırlık artışının düşük olması, dibe batan yemi balıkların yeteri kadar tüketememesi ile açıklanmaktadır.

Çizelge 4.4 incelendiğinde, besleme sonu ağırlık artış oranını gösteren toplam değerlere göre B grubu % 194.95 ile en fazla artışı göstermiştir. Daha sonra A grubu % 189.28 ve C grubu % 167.72 ile takip etmiştir. Artış oranlarındaki dalgalanmalara rağmen B grubu toplamda en fazla artışı göstermiştir.

4.3 Besleme Sonunda Alabalıkların Büyüme Performansı ve Yaşama Oranlarına Ait Sonuçlar

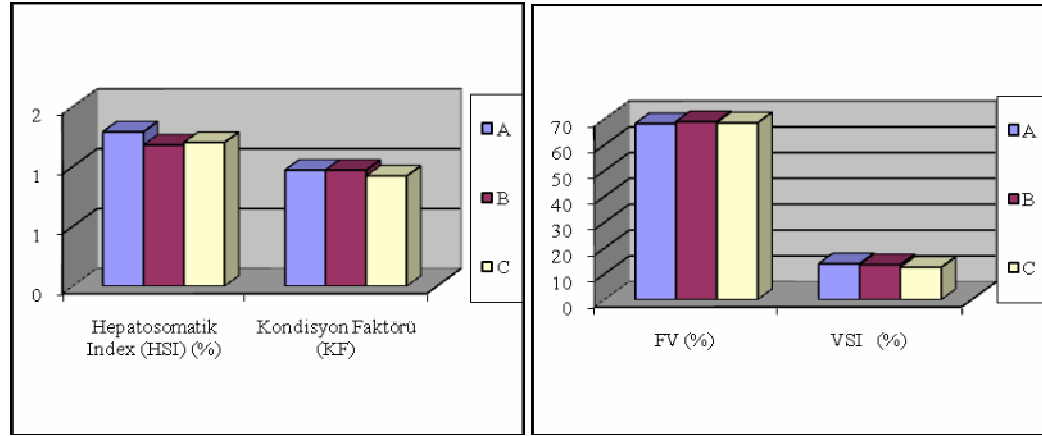
10 haftalık besleme süresi sonunda alabalıklarda büyüme performansı ve et verimini belirlemek amacıyla yapılan boy, ağırlık, iç organ ve karaciğer ağırlık ölçülerinden elde edilen fileto verimi (FV %), viscerosomatik indeks (VSI %), hepatosomatik indeks (HSI %) ve kondüsyon faktörü (KF) değerleri hesaplanmıştır. Bu veriler çizelge 4.5'de ve grafiksel olarak ifadesi şekil 4.2'de toplu halde verilmiştir.

Besleme sonunda yapılan ölçümlere göre A, B ve C yemleri ile beslenen alabalık gruplarında fileto verimi (%) değerleri sırası ile % 68.13, % 68.94 ve % 68.49 olarak hesaplanmıştır ve ortalama değerler arasında ki farkın istatistiksel anlamda önemli olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Canlı ağırlık artışının en yüksek olduğu B grubunun (% 194.95) fileto veriminin % 68.94 ile en yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5 Farklı ticari yemlerle beslemenin gökkuşuğu alabalıklarının büyüme performansı değerlerine ve et verimine etkisi

Örnek	FV (%)	VSI (%)	HSI (%)	KF
A	68.13±2.03	13.92±1.39 ^a	1.29±0.11 ^a	0.97±0.06 ^a
B	68.94±2.33	13.53±1.82 ^{ab}	1.18±0.15 ^b	0.97±0.03 ^a
C	68.49±1.86	12.51±1.13 ^b	1.20±0.12 ^{ab}	0.92±0.06 ^b

Aynı veya ortak harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (p>0.05)
n=2



Şekil 4.2 Farklı ticari yemlerle beslemenin gökkuşuğu alabalıklarının büyüme performansı değerlerine etkisi

İç organ ağırlığının vücut ağırlığına oranını gösteren viscerosomatik indeks (%) değerleri A, B ve C yemleri ile beslenen alabalıklarda sırası ile % 13.92, % 13.53 ve % 12.51 olarak hesaplanmıştır. VSI ortalama değerlerinde A ve C grupları arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür (p<0.05). Balıkların ağırlık artışları ile karşılaştırıldığında en az artış görülen C grubunda VSI değerinde düşük olduğu görülmüştür.

Balıkların karaciğer ağırlığı ile vücut ağırlığı arasındaki ilişkiyi ifade eden Hepatosomatik indeks (%) değerleri A, B ve C yemleri ile beslenen alabalıklarda sırası

ile % 1.29, % 1.18 ve % 1.20 olarak hesaplanmıştır ve HSI ortalama değerlerinde A ve B grupları arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). HSI değeri en düşük olan grup B grubu olarak tespit edilmiştir.

Balıkların boy ve ağırlıklarının oranlarından hesaplanan kondisyon faktörü değerlerinde A, B ve C yemleri ile beslenen alabalıklarda elde edilen sonuçlar sırası ile 0.97, 0.97 ve 0.92 olarak tespit edilmiştir. Kondisyon faktörü ortalama değerleri sonucunda C yemi ile beslenen alabalık grubunun istatistiksel anlamda diğer gruplardan farklı olduğu görülmüştür ($p< 0.05$). A ve B gruplarının KF değerlerinin aynı olduğu görülmüştür. Balıkların ağırlık artışları ile karşılaştırıldığında en az artış görülen C grubunda KF değerinin düşük olduğu görülmüştür.

Ham yağ, kurumadde ve metabolik enerji değerlerinin diğer ticari yem tiplerine göre daha yüksek olan B yemi ile beslenen alabalık gruplarında kondisyon faktörü (0.97 ± 0.03) ve fileto veriminin ($\% 68.94\pm2.33$) daha fazla olduğu görülmüştür.

Hepatosomatik indeks (%) değerlerinden yola çıkarak yemleme düzeyinin karaciğer büyüklüğüne etki ettiği, balık büyüklüğüne bağlı olmaksızın, balıklarda büyümüş karaciğerlerin görülebileceği bildirilmiştir (Storebakken and Austreng 1987). Karaciğer büyüklüğünün özellikle yemdeki besin maddeleri dengesi ve miktarı ile yakın ilişkili olduğu diğer bir araştırmada saptanmıştır (Lee and Putnam 1973). Uysal vd. (2002) yaptıkları araştırmalarında kondisyon faktörü değerlerinin 1'den az olmasını balığın iyi beslenmemesine, 1'e eşit olmasını balığın iyi şartlarda büyüdüğünü ve 1'den büyük olmasının ise balığın tıknaz olduğunun göstergesi olarak ifade etmişlerdir.

Elde edilen bulgular Memiş ve Gün (2004)'ün araştırma sonucu ile karşılaştırıldığında canlı ağırlık artışı her iki araştırmada da ekstrude yem ile beslenen grupta daha yüksek bulunmuştur. Deneme sonunda elde edilen kondisyon faktörü değerleri bu konuda yapılan diğer araştırma sonuçlarına göre daha düşük bulunmuştur. Koca vd. (2006) ekstrude yemle beslenen alabalıklarda 1.34, pelet yem ile beslenen grupta 1.43, Öz

(2004) ise 1.23 bulmuştur. Harmantepe ve Büyükhatipoğlu (2007) kondisyon faktörü değerlerini 1.21-1.28 olarak belirlemişlerdir.

HSI değerleri Cabellero *et al.* (2002) ve Koca vd. (2006)'nin ulaştığı değerlerden düşük, VSI değerleri ise Cabellero *et al.* (2002)'nin verilerinden (%15.7'den) daha düşük bulunmuştur. Et randımanı değerleri bazı araştırma bulgularına göre düşük (Koca vd. 2006), bazılarına göre ise yüksek çıkmıştır (Cabellero *et al.* 2002).

Denemede kullanılan A, B ve C yemlerinin nem, yağ ve metabolik enerji içerikleri ile fileto verimi ve kondisyon faktörü değerleri arasında ilişki olup olmadığı istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Çizelge 4.6'da görüldüğü üzere yemlerin nem, kurumadde ve yağ oranları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$), yemlerin metabolik enerji içerikleri ile alabalıkların kondisyon faktörü değerlerinde C ile A ve B grupları arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. Yem gruplarının metabolik enerji içerikleri ile kondisyon faktörü verileri arasında doğrusal bir korelasyon olduğu ($p<0.01$), yağ içerikleri ile kondisyon faktörü değerleri arasında ise yine doğrusal bir korelasyon olduğu ($p<0.05$) görülmüştür.

Çizelge 4.6 Gökkuşacağı alabalıklarının FV ve KF değerlerine yem bileşenlerinin etkisi

	Nem (%)	Yağ (%) [*]	Metabolik Enerji (kcal/kg) ^{**}	FV (%)	KF ^{**,*}
A	8.61 ^a	14.83 ^b	4100 ^a	68.13±2.03	0.97±0.06 ^a
B	7.47 ^b	19.00 ^a	4241 ^a	68.94±2.33	0.97±0.03 ^a
C	8.52 ^a	11.90 ^c	3536 ^b	68.49±1.86	0.92±0.06 ^b

^{a,b} : Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($p<0.05$).

^{**}: Değerler arasında korelasyon olduğunu göstermektedir ($p<0,01$).

^{*} : Değerler arasında korelasyon olduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

Deneme başlangıcından besleme sonuna kadar geçen yaklaşık 10 haftalık süreçte günlük olarak ölü balık sayıları kaydedilmiştir. A yem grubuyla beslenen alabalıklarda 31, B yem grubuyla beslenen alabalıklarda 41, C yem grubuyla beslenen alabalıklarda ise 30 adet ölü balık kaydedilmiştir. Balıkların yaşama oranları A, B ve C grupları için sırasıyla % 98.76, % 98.36 ve % 98.8 olarak belirlenmiştir. Gruplar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu görülmüştür. Yaşama oranına ait veriler çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Farklı ticari yemlerle beslemenin gökkuşağı alabalıklarının yaşama oranına etkisi

Yem Grubu	Yaşama Oranı (%)
A	98.76
B	98.36
C	98.80

Harmantepe ve Büyükhatipoğlu (2007) araştırmalarında yaşama oranını % 98-98.5 olarak belirlemişlerdir. Deneme sonuçları ile uyumlu olduğu görülmüştür. Koca vd. (2006) yaptıkları benzer bir araştırmada yaşama oranını % 94-95 arasında tespit etmiştir.

4.4 Gökkuşağı Alabalıklarının Kimyasal Bileşimi

Farklı ticari yemler ile beslemenin gökkuşağı alabalıklarının büyüme performansları ve besin öğeleri bileşimlerine etkisinin incelendiği bu çalışmada besleme öncesi ve besleme sonrası gökkuşağı alabalıklarında nem, kül, protein, yağ, mineral madde ve kolesterol analizleri yapılmış ve analiz sonuçları toplu olarak çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşuğı alabalıklarının kimyasal bileşimi

Örnek	Nem (%)	Kül .(%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kolesterol mg/100g
Başlangıç	77.78±0.85 ^a	1.48±0.14	13.51±0.80 ^b	2.57±0.18 ^c	83.82±1.96 ^a
A	68.56±1.89 ^{bc}	1.52±0.31	16.46±1.76 ^a	13.94±4.72 ^a	75.96±4.88 ^{ab}
B	65.23±2.91 ^c	1.48±0.18	17.24±0.59 ^a	16.46±0.01 ^a	74.29±5.09 ^{ab}
C	72.25±0.48 ^b	1.49±0.22	16.74±2.40 ^a	9.07±1.00 ^b	69.51±7.57 ^b

^{a,b} : Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05). n=2

Analizler sonucunda farklı ticari yemler ile beslemeye almadan önce alabalıkların % 77.78 nem, % 1.48 kül, % 13.51 protein, % 2.57 yağ içeriğine sahip olduğu, kolesterol içeriğinin 83.82 mg/100g olduğu belirlenmiştir. 10 haftalık farklı yemlerle beslemenin sonunda A grubu alabalıklarının % 68.56 nem, % 1.52 kül, % 16.46 protein, % 13.94 yağ içeriğine sahip olduğu, kolesterol oranında 75.96 olduğu bulunmuştur. B grubu alabalıklarının % 65.23 nem, % 1.48 kül, % 17.24 protein, % 16.46 yağ içeriğine sahip olduğu, kolesterol oranında 74.29 olduğu belirlenmiştir. C grubu alabalıklarının % 72.25 nem, % 1.49 kül, % 16,74 protein, % 9.07 yağ içeriğine sahip olduğu, kolesterol oranında 69.51 olduğu saptanmıştır.

ANOVA tekniği ile gruplar arasındaki farklılıklar belirlenmiş ve bu farklılıkların önemi LSD testi ile tespit edilmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler sonucunda gruptaki mineral madde bileşenlerinden kül (%) ve fosfor (%) değerleri dışındaki veriler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (p<0.05). Nem oranlarında en düşük değer % 65.23 ile B grubunda görülmüştür ve kurumadde artışının en yüksek olduğu gruptur. Kül değerlerinde farklılık görülmemiştir. Besleme sonunda protein oranlarında artış görülmüştür ve en yüksek protein oranı % 17.24 ile B grubunda tespit edilmiştir. Besleme sonunda yağ oranlarında da artış görülmüştür, besleme başlangıcında % 2.57

yağ var iken besleme sonunda en fazla artışı gösteren B grubunda % 16.46'ya yükseldiği tespit edilmiştir. C grubunda ise en az artış oranı % 9.07 ile görülmüştür. Kolesterol değerleri deneme başlangıcında yüksek (83.82) tespit edilmiş, besleme sonunda gruplardaki değerlerinde düşme görülmüştür. En düşük kolesterol değeri C grubunda (69.51 mg/100g) belirlenmiştir. İstatistiki kontroller, C grubu dışındaki gruplarda kolesteroldeki düşüşün önemli düzeyde olmadığını göstermiştir ($p>0.05$).

Koca vd. (2006) benzer bir araştırmada ekstrude ve pelet yemi kullanmışlardır. Bu araştırma sonuçlarında ekstrude yem ile beslenen balıklarda protein % 19.81, yağ % 5.30, kül % 1.68 kurumadde % 27.45 olarak, pelet yem ile beslenen balıklarda ise protein % 22.77, yağ % 5.25, kül % 1.60 kurumadde % 25.27 olarak tespit etmişlerdir. Bu denemede elde edilen sonuçlar ile karşılaştırıldığında kurumadde ve yağ oranları yüksek, protein oranının düşük olduğu görülmüştür.

Uysal ve Çaklı (2002) Gökkuşığı ile Abant alabalığının biyokimyasal yapısını karşılaştırdığı çalışmada; Abant alabalığında ham yağı % 1.44, ham proteini % 18.91, külü % 1.20 ve nemi % 78.02 olarak tespit ederken, Gökkuşığı alabalığında ham yağı % 1.62, ham proteini % 16.90, külü % 1.42 ve nemi % 78.06 olarak tespit etmişlerdir.

Francesco *et al.* (2004), bitkisel protein ilave edilmiş yemlerle uzun süreli beslenen gökkuşığı alabalıklarının biyokimyasal bileşimlerini incelemiştir. Araştırma sonucunda nem % 71.96-72.87, protein % 19.93-20.53, yağ % 6.98-5.50, kül % 1.24, 1.29 olarak tespit edilmiştir. Kolesterol değerlerini ise 51.04-47.74 mg/100g olarak tespit etmiştir.

Deneme sonunda A, B, C yemleri ile beslenen alabalık etlerinde kolesterol değerleri 69.51-75.96 mg/100g arasında değişmektedir. Bu değerler Turchini *et al.* (2003)'in bulduğu kolesterol değerinden (107 mg/100g) daha düşüktür.

Yemlerde ve gökkuşığı alabalık etlerinde deneme başlangıcında ve besleme sonunda tespit edilen mineral madde değerleri çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 incelendiğinde, gökkuşuğu alabalık etlerindeki potasyum, fosfor, magnezyum, manganez değerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmazken ($p>0.05$), sodyum, kalsiyum ve demir değerleri arasındaki farklılıklar ise önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Magnezyum besleme başlangıcında besleme sonu değerlerine göre önemli oranda düşük tespit edilmiştir ($p<0.05$). Yemlerin mineral madde oranları istatistiki olarak incelendiğinde gruplar arasındaki farklılıkların önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Mineral maddeler incelendiğinde fosfor değerlerinde bir farklılık görülmemiştir. Kalsiyum değerlerinde ise artış görülmüştür. Besleme başlangıcında % 0.05 iken besleme sonunda A grubunda % 1.52 ile en yüksek değere ulaşmıştır. B ve C gruplarında ise sırasıyla % 0.23 ve % 0.43 olarak tespit edilmiştir.

Yemlerde görülen mineral madde farklılıklarının balık etlerine yansımadağı görülmüştür. Yemlerde görülen yüksek kalsiyum, fosfor ve sodyum oranları balık etlerinde çok daha düşük oranlarda tebit edilmiştir.

Çizelge 4.9 Farklı ticari yemler ile bu yemlerle beslenen gökkuşağı alabalık etlerinin mineral madde içerikleri (mg/100 g)

Örnek	Na	K	Mg	Mn	Ca	P	Fe
A yemi	527.59 ^a	744.23 ^c	133.29 ^c	9.50 ^a	155.81 ^b	88.93 ^c	26.13 ^a
B yemi	838.07 ^b	845.21 ^b	157.97 ^b	3.30 ^c	151.87 ^c	107.97 ^b	20.18 ^c
C yemi	967.33 ^c	1379.26 ^a	212.23 ^a	5.22 ^b	193.36 ^a	153.63 ^a	23.03 ^c
Başlangıç	77.78 ^c	332.43	19.64 ^b	-	0.05±0.18 ^c	0.14±0.01	1.98 ^c
A	83.77±0.40 ^b	327.56±1.57	25.20±0.07 ^a	0.05±0.01	1.52±0.07 ^a	0.15±0.00	2.82±0.22 ^b
B	93.83±1.18 ^a	324.93±0.32	24.07±0.15 ^a	0.04±0.01	0.23±0.12 ^b	0.18±0.01	1.81±0.05 ^c
C	79.65±0.54 ^c	331.76±2.91	26.85±0.53 ^a	0.09±0.01	0.43±0.23 ^b	0.15±0.03	4.04±0.34 ^a

^{a,b} : Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).
n=2

Sikorski (1990), farklı balık türlerine göre balık etinde bulunan mineral madde oranlarının değiştiği aralıkları şu şekilde bildirmiştir: Sodyum 25-620 mg/100g, potasyum 25-710 mg/100g, magnezyum 10-230 mg/100g, kalsiyum 5-750 mg/100g, demir 0,01-50 mg/100g, fosfor 9-1100 mg/100g.

Varlık vd. (2004)'nin yenebilir alabalık için bildirdikleri mineral madde miktarları; sodyum 40 mg/100g, potasyum 465 mg/100g, magnezyum 27 mg/100g, kalsiyum 18 mg/100g, manganez 0.03 mg/100g, demir 1 mg/100g, fosfor 240 mg/100g olarak

bildirilmiştir. Bu değerler ile deneme sonuçları karşılaştırıldığında magnezyum ve manganez uyumlu, demir ve potasyum yüksek, sodyum düşük olarak tespit edilmiştir.

4.4.1 pH değeri

Farklı ticari yemlerle 10 hafta beslenen alabalıklarda besleme sonunda ve 6 aylık donmuş depolama döneminde aylık periyotlarla belirlenen pH değerleri çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelge 4.10 incelendiğinde, besleme sonundaki pH değerleri 6.29 – 6.31 ile altı aylık donmuş depolama sonundaki pH değerleri 6.29 – 6.34 arasında değiştiği görülmektedir. Tüm örneklerin (A, B ve C) deneme sonundaki ve donmuş depolama süresince tespit edilen pH değerlerinin ortalamalarının grafiksel ifadesi şekil 4.3'de gösterilmiştir.

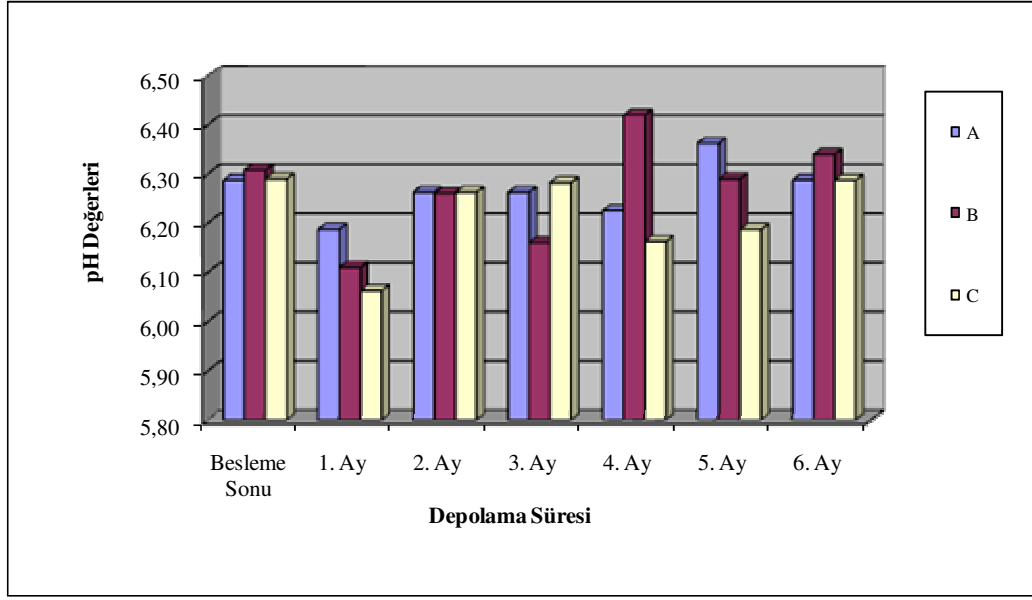
Çizelge 4.10 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşağı alabalıklarında donmuş depolama süresince belirlenen pH değerleri

Örnek	Besleme Sonu	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
A Ort.±S	6.29±0.01 ^B	6.19±0.03 ^{a,D}	6.26±0.05 ^{BC}	6.26±0.03 ^{a,BC}	6.23±0.03 ^{b,CD}	6.36±0.05 ^{a,A}	6.29±0.03 ^B
B Ort.±S	6.31±0.03 ^B	6.11±0.03 ^{b,C}	6.26±0.05 ^B	6.16±0.05 ^{b,C}	6.41±0.14 ^{a,A}	6.29±0.03 ^{b,B}	6.34±0.05 ^{AB}
C Ort.±S	6.29±0.08 ^A	6.06±0.03 ^{c,C}	6.26±0.04 ^A	6.28±0.02 ^{a,A}	6.16±0.05 ^{b,B}	6.19±0.03 ^{c,B}	6.29±0.03 ^A

^{a,b} : Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05)

^{A,B,...,D} : Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05)

n=2



Şekil 4.3 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşağı alabalıklarında donmuş depolamanın pH değerine etkisi

Besleme sonu ve takip eden 6 aylık donmuş depolama döneminde belirlenen pH değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak incelenmiş, farklılıkların önemi LSD testi ile tespit edilmiştir. İstatistik kontroller alabalıkların pH değerine yem ve periyot interaksiyonunun önemli düzeyde etkili olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$). Yem gruplarının pH değerine etkisinde, her bir periyotta gruplar arasında pH değerlerindeki farklılıkların önemli olduğu ($p < 0.05$) gözlenmiştir. Besleme sonunda, depolamanın 2. ve 6. aylarında pH değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı ($p > 0.05$), depolamanın 1. ve 5. aylarında A, B ve C gruplarında pH değerleri arasındaki farkın, 3. ve 4. aylarında B grubunun pH değerinin diğer gruplardan farkı önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Yapılan değerlendirme sonucunda, her bir örnek grubu için depolama süresine bağlı olarak pH değişimlerindeki farkın önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Besleme sonu ve donmuş depolama süresince pH değerleri karşılaştırıldığında periyotlardaki değerler arasında farklılıklar tespit edilmiştir.

Varlık vd. (1993)'ne göre taze balık etinde pH değeri 6.0 ile 6.5 arasındadır, bu değer ölüm sertliğinde daha düşüktür ve depolama sırasında süreye bağlı olarak pH değeri yavaş yavaş yükselmektedir. Tüketilebilirlik sınır değeri 6.8-7.0'dır. Tokur vd. (2006)'ne göre balıkların türüne, yaşına, cinsiyetine beslenme durumuna ve avlanma sezonuna bağlı olarak laktik asit seviyelerine göre rigor-mortis ve post mortem dönemlerde pH değeri 6.2 ile 6.9 arasında değişmektedir. Çaklı *et al.* (2006) dumanlanmış ve vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalık filetolarında pH değerlerini 6.4- 6.5 olarak tespit etmiştir. Denemede bulunan pH değerleri bu değerler ile uyumlu olduğu görülmüştür. Meriç (2003) palejik bir balık olan palamut ve beyaz etli bir balık olan mezgıt üzerine yapmış olduğu araştırmada pH değerleri donmuş depolama sonucunda sırasıyla 5.99-7.17 olarak tespit etmiştir. Kılıççeker ve Küçüköner (2002) inci kefalleri üzerine yaptıkları araştırmada taze balıklarda pH değerini 6.5 olarak tespit etmişlerdir.

4.4.2 Serbest yağ asitliği (SYA)

3 farklı ticari yem ile beslenen alabalıklarda (A, B ve C) besleme sonundaki ve donmuş depolama süresince tespit edilen ortalama SYA değerleri (% oleik asit) çizelge 4.11'de ve grafiksel olarak ifadesi şekil 4.4'de gösterilmiştir. Tüm örneklerin besleme sonunda SYA (% oleik asit) oranları A, B ve C grupları için sırası ile % 2.45, % 2.02, ve % 2.40 olarak tespit edilmiştir. 6 aylık donmuş depolama sonunda ise SYA (% oleik asit) oranları A, B ve C yemleri ile beslenen alabalıklarda sırası ile % 5.10, % 5.05 ve % 4.66 değerlerine yükselmiştir.

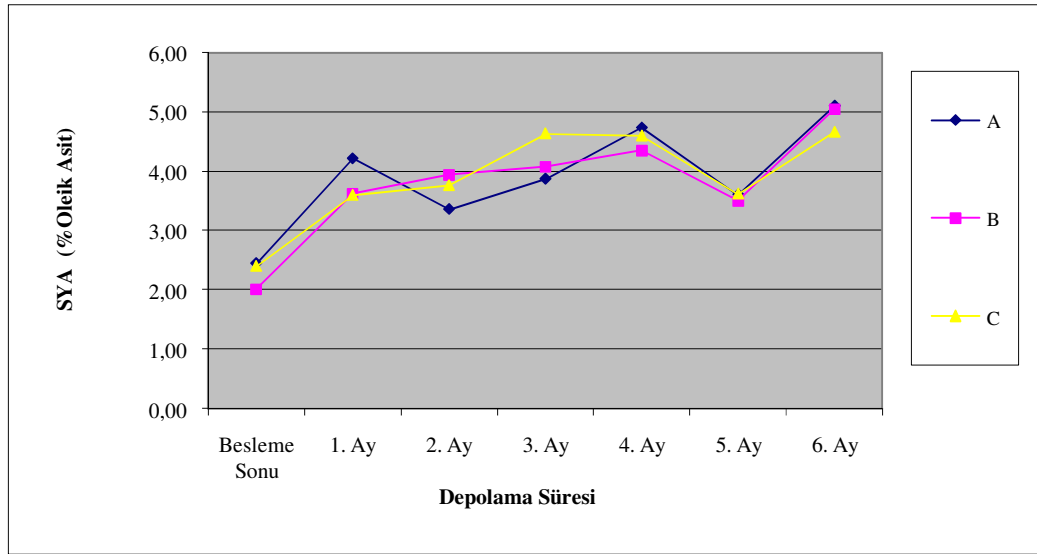
Çizelge 4.11 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşağı alabalıklarında donmuş depolama süresince belirlenen SYA değerleri (% oleik asit)

Örnek	Besleme Sonu	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
A Ort±S	2.45±0.01 ^{a,G}	4.21±0.07 ^{a,C}	3.36±0.01 ^F	3.87±0.23 ^{b,D}	4.73±0.03 ^{a,B}	3.61±0.29 ^E	5.10±0.04 ^{a,A}
B Ort±S	2.02±0.05 ^{b,E}	3.63±0.03 ^{b,D}	3.95±0.32 ^C	4.07±0.28 ^{b,BC}	4.36±0.09 ^{b,B}	3.51±0.26 ^D	5.05±0.13 ^{a,A}
C Ort±S	2.40±0.10 ^{a,C}	3.60±0.47 ^{b,B}	3.76±0.85 ^B	4.64±0.05 ^{a,A}	4.60±0.14 ^{a,A}	3.62±0.24 ^B	4.66±0.12 ^{b,A}

^{a,b} : Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05)

^{A,B,...,G} : Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05)

n=2



Şekil 4.4 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşağı alabalıklarında donmuş depolamanın SYA değerlerine etkisi

Besleme sonu ve takip eden 6 aylık donmuş depolama döneminde yapılan SYA değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak incelenmiş, değerler arasındaki farklılıklar ANOVA tekniği ile belirlenmiş ve bu farklılıkların önemi LSD testi ile tespit edilmiştir. İstatistik kontroller alabalıkların SYA değerine yem ve periyot interaksyonunun önemli düzeyde etkili olduğunu göstermiştir (p<0.05). Yem

gruplarının SYA değerine etkisinde; besleme sonunda, depolamanın 2. ve 5. aylarında ki SYA değerleri arasındaki farkın önemsiz olduğu ($p>0.05$), deneme sonu, donmuş depolamanın 1., 3., 4. ve 6. aylarında A, B ve C gruplarında SYA değerleri arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). En yüksek serbest yağ asitliği değerine sahip olan grup A grubu, en düşük serbest yağ asitliği değerine sahip olan grup ise C grubu olarak tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirme sonucunda, her bir örnek grubu için donmuş depolama süresine bağlı olarak SYA değişimlerindeki farkın önemli olduğu ($p<0.05$) görülmüştür. Periyotlarda elde edilen SYA oranlarında dalgalanma görülmüş olmasına rağmen başlangıca göre değerlerin artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir.

Nair *et al.* (1976) sardalya balıklarını -18°C 'de 10 ay depolamıştır. Kas ve deri lipidlerinde SYA oluşumunun depolama süresine bağlı olarak arttığını ve bu artışın kas lipidlerinde, deri lipidlerinden daha fazla olduğunu ve 10. ayda, SYA miktarlarının kas lipidlerinde % 9, deri lipidlerinde % 2'ye ulaştığını bildirmiştir. Kundakçı (1979), -18°C 'de depoladığı haskefal ve sazanda SYA miktarlarındaki değişime, işleme ve ambalajlama şekillerinin etkili olduğunu, süreye bağlı olarak SYA miktarlarındaki değişimin 9. aya kadar haskefalde % 0.84-4.88, sazanda % 0.67-10.69 arasında değiştiğini bildirmiştir. Palamutlarda 10 aylık donmuş depolamanın başlangıcında % 0.50 olan SYA değerleri, sonunda % 5.92'ye, mezgitlerde ise depolama başlangıcında % 0.31 olan SYA değerleri, sonunda ise % 7.85'e yükselmiştir (Meriç 2003).

4.4.3 Tiyoarbitürük asit sayısı (TBA)

Yağlı balıkların depolanmasında raf ömrünü etkileyen en önemli unsurun yağların oksidasyonu olduğu bilinmektedir. Kaslardaki yağın oksidasyonunu etkileyen bir çok faktör vardır. Bunlar arasında balığın türü, içerdiği çoklu doymamış yağ asitleri miktarı, antioksidant içeriği, depolama sıcaklığı en önemli faktörlerdendir.

Farklı ticari yemler ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında, besleme sonu ve 6 aylık donmuş depolama sürecinde elde edilen ortalama TBA değerleri çizelge 4.12’de ve şekil 4.5’de verilmiştir. Çizelge 4.12 incelendiğinde A yemi ile beslenen alabalıklarda besleme sonu ve donmuş depolama sürecindeki TBA değerleri sırasıyla 1.65 ve 3.51’dir, B yemi ile beslenen alabalıklarda 1.55 ve 2.73’tür, C yemi ile beslenen alabalıklarda ise 1.59 ve 2.72 olarak tespit edilmiştir. Tüm analiz gruplarındaki TBA değerlerinde, donmuş depolamanın ilk iki ayında besleme sonu değerlerine göre bir azalma görülsede, depolamanın 4. ayında en yüksek değere ulaşmıştır ($p<0.05$), 5. ayında TBA değerlerinde düşüş eğilimi görülmüştür. Depolamanın sonu olan 6. ayda elde edilen TBA değerleri besleme sonu değerlerinden önemli ölçüde yüksek olmuştur ($p<0.05$).

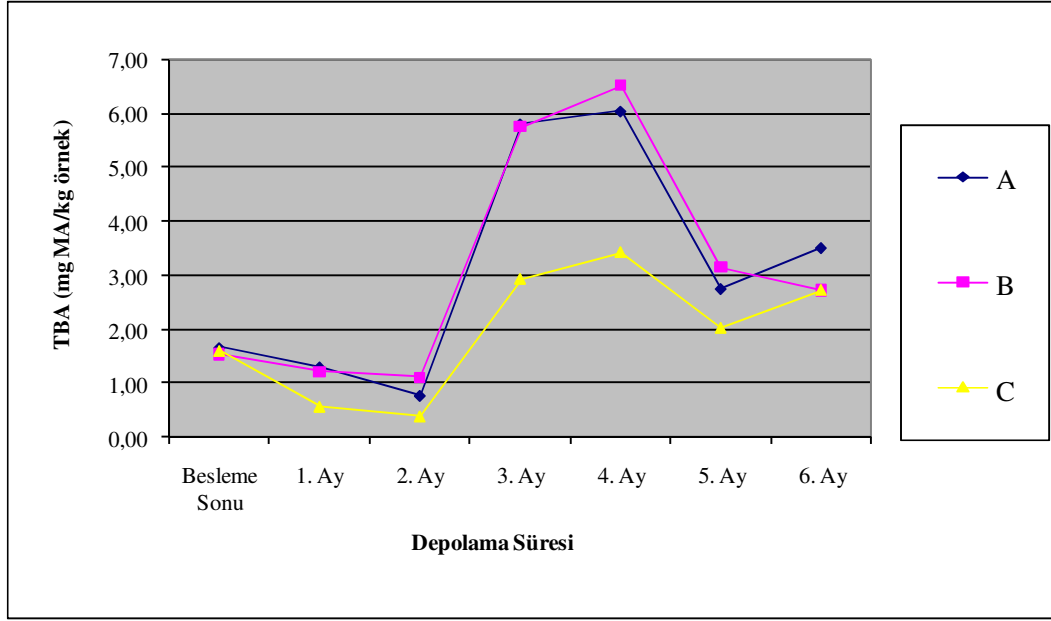
Çizelge 4.12 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında donmuş depolama süresince belirlenen TBA değerleri (mg MA/kg örnek)

Örnek	Besleme Sonu	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
A Ort±S	1.65±0.11 ^D	1.29±0.38 ^{a,DE}	0.76±0.05 ^{ab,E}	5.82±0.55 ^{a,A}	6.06±0.75 ^{a,A}	2.75±0.19 ^{b,C}	3.51±0.38 ^{a,B}
B Ort±S	1.55±0.03 ^D	1.23±0.23 ^{a,D}	1.13±0.77 ^{a,D}	5.75±0.55 ^{a,B}	6.51±0.54 ^{a,A}	3.15±0.04 ^{a,C}	2.73±0.25 ^{b,C}
C Ort±S	1.59±0.02 ^C	0.56±0.04 ^{b,D}	0.38±0.18 ^{b,D}	2.93±1.22 ^{b,A}	3.42±0.47 ^{b,A}	2.02±0.05 ^{c,CB}	2.72±0.05 ^{b,AB}

^{a,b,c} : Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($p<0.05$)

^{A,B,...,E} : Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($p<0.05$)

n=2



Şekil 4.5 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşağı alabalıklarında donmuş depolamanın TBA değerlerine etkisi (mg MA/kg örnek)

İstatistik kontroller alabalıkların TBA değerine yem x periyot interaksyonunun önemli düzeyde etkili olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). Yem gruplarının TBA değerine etkisi incelendiğinde, besleme sonunda elde edilen verilerde gruplar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). 6 aylık donmuş depolama süresince her periyotta gruplar arasındaki farkların ise önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). C deneme grubunun tüm periyotlarda en düşük TBA değerine sahip olduğu görülmüştür. Deneme gruplarına depolama süresinin etkisi incelendiğinde, periyotlar arasındaki farklılıkların önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Besleme sonu ve donmuş depolama sürecinde elde edilen TBA sayısı değerleri Varlık vd. (1993)'nin araştırmaları sonucunda, yaptıkları sınıflandırmaya göre değerlendirildiğinde A ve B yemiyle beslenen alabalıklar ilk 2 aylık dönemde çok iyi, 3. ve 4. aylarda ise iyi bir materyal olarak tanımlanmaktadır. C yemi ile beslenen alabalıklar ise tüm süreç içerisinde çok iyi bir materyal olarak değerlendirilmektedir. Tokur vd. (2006) sebze püresi ile kaplanmış alabalık fileto larını -18°C 'de 12 ay depolamış ve depolama süresince TBA değerlerinin 0,20 mg MA/kg'dan 0,77 mg

MA/kg'a yükseldiğini tespit etmişlerdir. Deneme sonucundaki TBA değerleri (mg MA/kg) daha yüksek oranlarda bulunmuştur.

Lipit oksidasyonunun ikincil ürünleri diğer kimyasal ürünlere yıkıldığı için depolama süresince TBA değerlerinde artış ve azalışların gözlenebileceği bildirilmiştir (Melton 1983, Regenstein and Regenstein 1991).

Korkmaz (2007) gökkuşağı alabalıkları ile ilgili yaptığı bir araştırmada, buzda 14 gün depolanan balıklarda ki TBA değerlerinin 0.35'ten 2.13'e yükseldiğini bildirmiştir. Çaklı *et al.* (2006) dumanlanmış ve vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalıklarında 54 günlük depolamanın başlangıcında 0.7, sonunda ise 2.2'ye yükseldiğini bildirmişlerdir. İstavrit balıkları -12°C'de 18 gün depolanmış ve depolama başlangıcında 1.80, depolama sonunda ise 15.68'e yükselmiştir (Demirci ve Orak 1999). Palamutlarda, TBA değerleri 10 aylık donmuş depolamanın başlangıcında 5.03, sonunda 15.27'ye, mezgitlerde ise depolama başlangıcında 1.24, sonunda ise 4.38'e yükseldiği bildirilmiştir (Meriç 2003).

Alabalıklar yağlı balık olmalarına rağmen oksidatif acılaşmaya karşı oldukça dayanıklıdır. Buna neden olarak alabalıkların kas dokusunda bulunan karotenoidlerin (etkili antioksidantlar) varlığı olduğu belirtilmiştir (Nilsson and Ekstrand 1995).

4.4.4 Toplam uçucu bazik azot (TVB-N)

TVB-N değerleri balık ve balık ürünlerinin tazeliğini belirlemekte kullanılan önemli bir analizdir. Buna rağmen TVB-N değerleri türe, işleme koşullarına ve depo sıcaklığına bağlı olarak donmuş depolama sürecinde değişken değerler vermektedir. Toplam uçucu bazik azot tayini bozulma esnasındaki duyuşal değişimlerle oldukça ilgilidir.

A, B ve C yemleri ile beslenen alabalıkların besleme sonu ve 6 aylık donmuş depolama sürecinde elde edilen ortalama TVB-N değerleri çizelge 4.13'de ve bu değerlerin

grafiksel ifadesi şekil 4.6’da verilmiştir. Besleme sonunda A, B ve C yemleri ile beslenen alabalıklarda TVB-N değerleri sırasıyla 13.77, 12.83 ve 8.93 olarak tespit edilmiştir. 6 aylık donmuş depolama süresi sonundaki değerler ise sırasıyla 23.36, 21.71 ve 26.25 olarak belirlenmiştir ve değerlerin donmuş depolamanın 6.ayında en yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir. C deneme grubu besleme sonunda en düşük TVB-N değerine sahip olmasına rağmen 6 aylık depolama sonunda en yüksek değeri veren grup olmuştur.

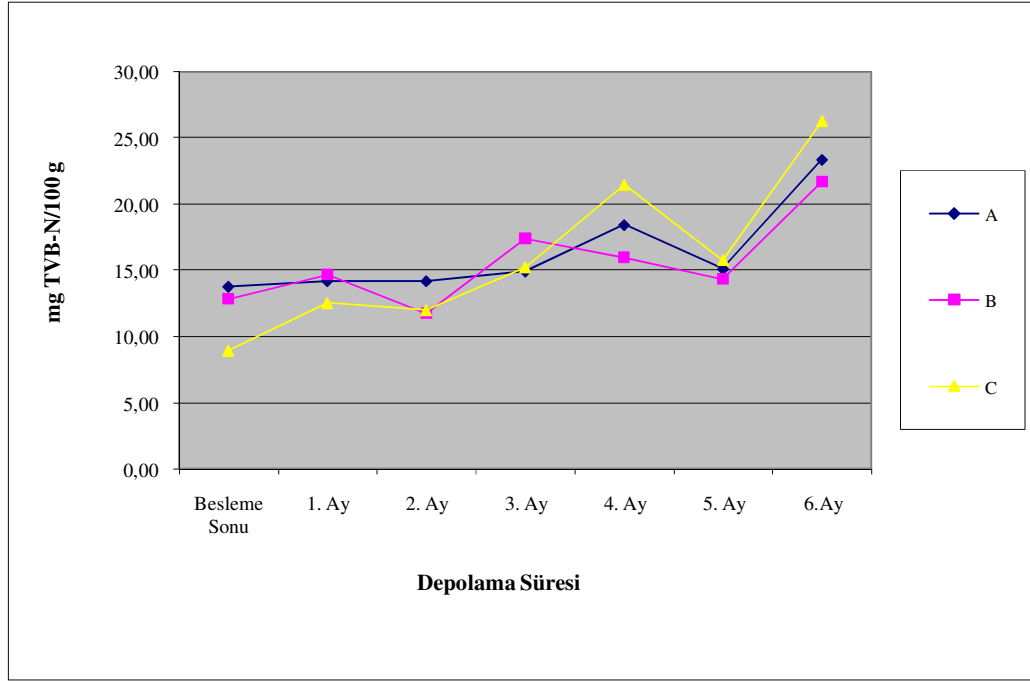
Çizelge 4.13 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşağı alabalıklarında donmuş depolama sürecince belirlenen TVB-N değerleri (mg/100g)

Örnek	Besleme Sonu	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	6. Ay
A Ort±S	13.77±0.39 ^{a,C}	14.21±2.87 ^C	14.19±0.58 ^{a,C}	14.93±0.54 ^{b,C}	18.43±0.43 ^{ab,B}	15.11±0.19 ^C	23.36±3.71 ^{ab,A}
B Ort±S	12.83±0.54 ^{b,FE}	14.67±1.82 ^{DC}	11.75±0.61 ^{b,F}	17.41±0.88 ^{a,B}	16.00±0.52 ^{b,BC}	14.36±0.62 ^{DE}	21.71±1.70 ^{b,A}
C Ort±S	8.93±0.49 ^{c,F}	12.52±0.26 ^{ED}	11.99±2.19 ^{b,E}	15.23±1.73 ^{b,CD}	21.45±3.79 ^{a,B}	15.77±1.65 ^C	26.25±0.38 ^{a,A}

^{a,b} : Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05)

^{A,B,...,F} : Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05)

n=2



Şekil 4.6 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşağı alabalıklarında donmuş depolamanın sürecinde belirlenen TVB-N değerlerine etkisi (mg/100g)

Besleme sonu ve takip eden 6 aylık donmuş depolama döneminde yapılan TVB-N değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak incelenmiş, değerler arasındaki farklılıklar ANOVA tekniği ile belirlenmiş ve bu farklılıkların önemi LSD testi ile tespit edilmiştir. İstatistik kontroller alabalıkların TVB-N değerine yem ve periyot interaksyonunun önemli düzeyde etkili olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$). Yem gruplarının TVB-N değerine etkisi incelendiğinde, donmuş depolamanın 1. ve 5. aylarında verilerde gruplar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Besleme sonu, 2., 3., 4., ve 6. aylarda ki gruplar arasındaki farklar ise önemli olarak tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Her bir deneme grubunun TVB-N değerlerine depolama süresinin etkisi incelendiğinde, periyotlar arasındaki farklılıkların önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Besleme sonundan, 6 aylık donmuş depolama sürecinin sonuna kadar TVB-N değerlerinde artış görülmüştür.

Tokur vd. (2006) sebze püresi ile kaplanmış alabalık filetoalarını -18°C’de 12 ay depolamış ve depolama süresince yapmış oldukları araştırma sonuçlarında TVB-N değerlerinin 11.14 ile 20.85 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Varlık vd. (1993)’nin araştırmaları sonucunda yaptıkları sınıflandırmaya göre denemedeki tüm grupların TVB-N değerlerine göre “çok iyi” olduğu görülmüştür.

Çaklı *et al.* (2006) dumanlanmış ve vakum paketlenmiş gökkuşağı alabalıklarında TVB-N değerlerini 54 günlük depolamanın başlangıcında 7.7 mg/100g, sonunda ise % 38.0 mg/100g olarak tespit etmiştir.

Demirci ve Orak (1999), istavrit balığının -12°C’de depolamada TVB-N değerlerini 1. günde 10.20 mg/100g, 18. günde ise 38.18 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Castro *et al.* (2006), deniz levreklerinin buzda depolanmasında tazeliğinin belirlenmesi amacıyla TVB-N değerlerini belirlemiştir. İlk 20 günlük depolama periyodunda değerlerde benzerlik (~ 22 mg/100g), 21. ve 28. günler arasında ise TVB-N değerlerinde artış görülmüştür (~ 26 mg/100g). Buzda depolanan soğuk su balıklarında kabul edilebilir TVB-N değer 30-35 mg/100g olarak bildirilmiştir.

4.4.5 Yağ asitleri dağılımı

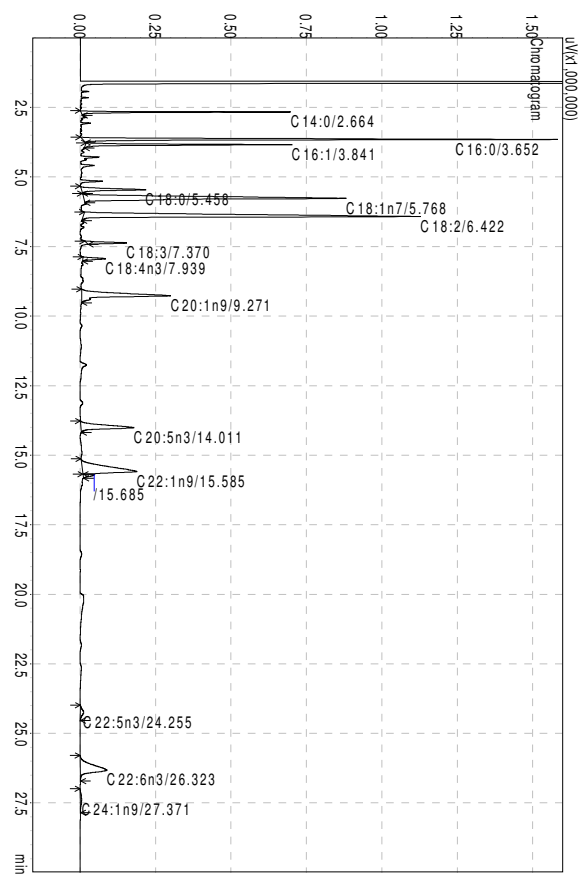
Farklı ticari yemlerle 10 hafta beslenen alabalıklarda besleme sonunda ve 6 aylık donmuş depolama döneminde balık etindeki yağ asitleri kompozisyonundaki değişimler incelenmiştir.

Denemede kullanılan A, B ve C yemlerine ait yağ asiti dağılımları çizelge 4.14’te görülmektedir. Yine bu çizelgede n-3, n-6 ve n-3/n-6 oranları da gösterilmiştir. Bu değerlere ait kromatogramlar şekil 4.7, 4.8 ve 4.9’da verilmiştir. A, B ve C yemlerindeki toplam doymuş yağ asitleri oranları (Σ DYA) sırası ile % 24.32 , % 24.99 ve % 26.30 olarak tespit edilmiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinin oranları (Σ TDYA) sırasıyla % 41.84, % 39.88, % 29.23, çoklu doymamış yağ asitleri (Σ ÇDYA) oranı ise sırasıyla % 33,83, % 35.12 ve % 44.47 olarak bulunmuştur. Yemlerin herbir yağ asiti

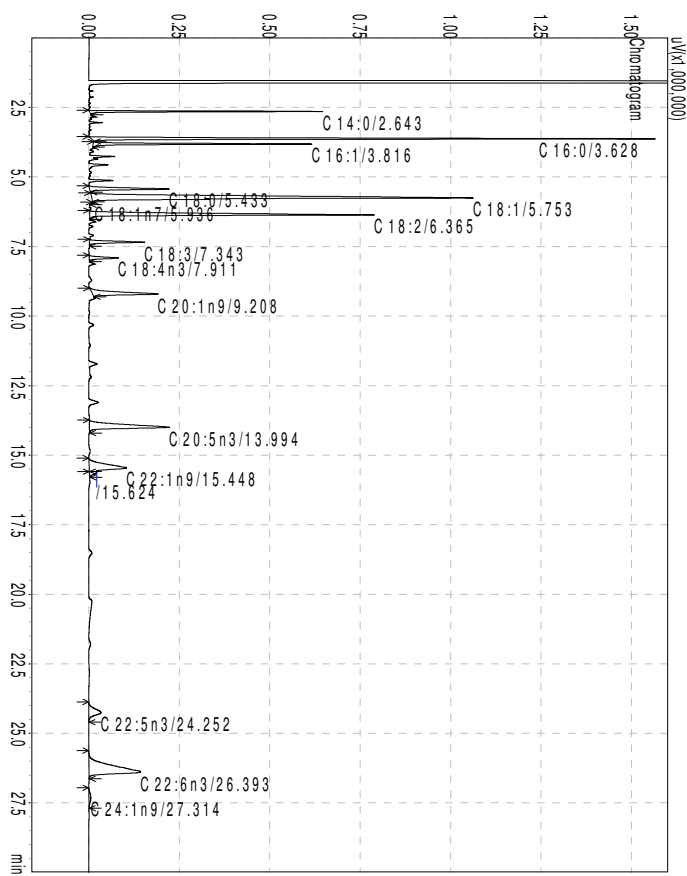
değeri istatistiki olarak incelendiğinde farklılıklarının önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Σ DYA oranları içerisinde palmitik asit (C16:0) en yüksek oranda bulunmuş ve C yemi palmitik asit oranı en yüksek olan (% 18.41) yem grubu olarak tespit edilmiştir. Σ TDYA oranları içerisinde oleik asit (C18:1) en yüksek oranda bulunmuş ve B yem grubunda (% 24.01) en yüksek oran olduğu görülmüştür. Toplam TDYA değerleri incelendiğinde A yem grubunun en yüksek değere (% 41.84) sahip olduğu görülmüştür. Σ ÇDYA oranları incelendiğinde linoleik asit (C18:2n6) ve dokosaheksanoik asit (DHA) (C22:6n3) dikkat çekmiştir ve C yem grubunun ÇDYA'lar açısından en zengin yem olduğu görülmüştür. n-3 ve n-6 değerleri incelendiğinde C yem grubunun n-3'ler açısından, A yem grubunun ise n-6'lar açısından yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14 Denemede kullanılan ticari yemlerin yağ asiti dağılımları (%)

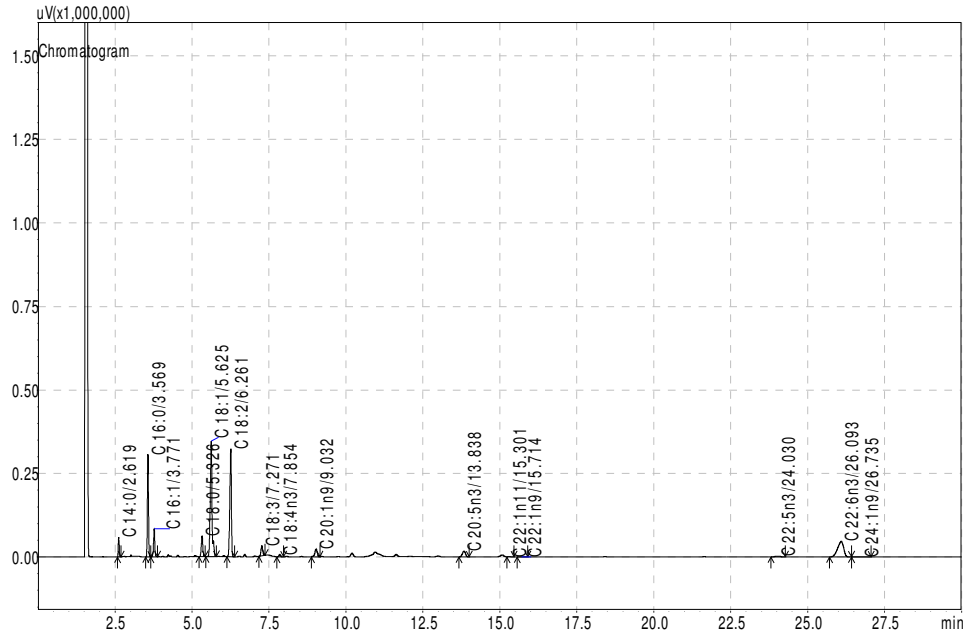
Yağ Asidi	A	B	C
C14:0	5.05 ^a	5.01 ^a	3.33 ^b
C16:0	15.97 ^c	16.45 ^b	18.41 ^a
C18:0	3.30 ^c	3.53 ^b	4.56 ^a
Σ DYA	24.32^c	24.99^b	26.30^a
C16:1	6.33 ^a	6.09 ^b	4.09 ^c
C18:1	18.02 ^c	24.01 ^a	21.64 ^b
C20:1n9	7.99 ^a	4.35 ^b	1.64 ^c
C22:1n11	8.52 ^a	4.59 ^b	0.30 ^c
C22:1n9	0.65 ^b	0.45 ^c	1.00 ^a
C24:1n9	0.33 ^c	0.40 ^b	0.57 ^a
Σ TDYA	41.84^a	39.88^b	29.23^c
C18:2n6	20.52 ^a	13.24 ^c	19.98 ^b
C18:3n3	1.65 ^c	2.30 ^b	2.63 ^a
C18:4n3	1.06 ^b	1.30 ^a	0.97 ^c
C20:5n3	5.10 ^c	7.01 ^a	6.75 ^b
C22:5n3	0.52 ^c	1.87 ^a	1.72 ^b
C22:6n3	4.98 ^c	9.40 ^b	12.43 ^a
Σ ÇDYA	33.83^c	35.12^b	44.47^a
n-3	13.31 ^c	21.88 ^b	24.50 ^a
n-6	20.52 ^a	13.24 ^c	19.98 ^b
n-3/n-6	0.64 ^c	1.65 ^a	1.23 ^b



Şekil 4.7 A yemine ait yağ asidi kromotogramı

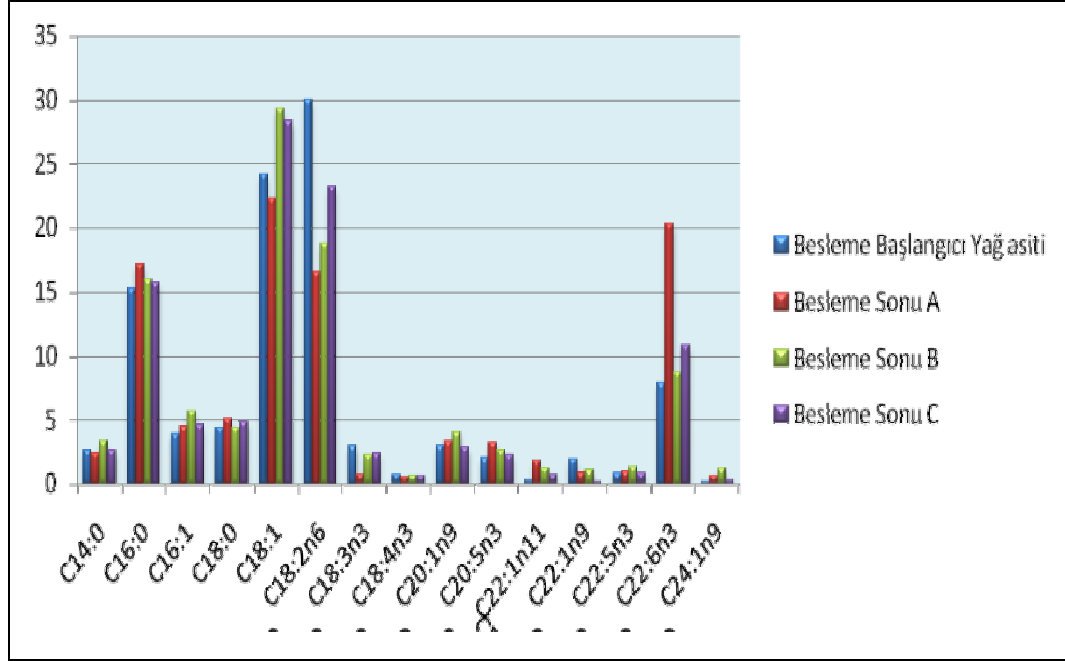


Şekil 4.8 B yemine ait yağ asidi kromotogramı



Şekil 4.9 C yemine ait yağ asidi kromotogramı

Şekil 4.10'da deneme gruplarının besleme öncesi ve besleme sonrası yağ asitleri dağılımı görülmektedir. C22:6n-3 (DHA) yağ asidi özellikle A grubunda olmak üzere tüm gruplarda artış göstermiştir. Linoleik asitte (C18:2n-6) ise özellikle A grubu olmak üzere tüm gruplarda düşme görülmüştür. Palmitik (C16:0) ve eikosapentanoik asit (C20:5n-3) (EPA) değerlerinde besleme sonrasında A grubunda en fazla artış görülmüştür. Linolenik asit (C18:3n-3) ve behenik asit (C22:1n-9) değerleri besleme sonrasında azalma göstermiştir.



Şekil 4.10 Gökkuşığı alabalıklarının besleme öncesi ve sonrası yağ asitleri

Yukarıda yağ asitleri dağılımı verilen yemlerle beslenen gökkuşığı alabalıklarının, her periyotta gruplardaki değişimleri çizelge 4.15’de ve her grubun periyotlara göre değerlendirilmesi ise çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.15 incelendiğinde grupların besleme öncesi ve besleme sonrası yağ asitleri dağılımında farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Balıklarda besleme öncesi $\sum$ DYA % 22.21, $\sum$ TDYA % 33.46, $\sum$ ÇDYA % 44.33 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler besleme sonunda A gurubunda % 24.52, % 33.34, % 42.14, B gurubunda % 23.55, % 42.33, % 34.13, C gurubunda % 23.07, % 36.90, % 40.03 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.15 Farklı ticari yemlerin ve donmuş depolamanın gökkuşaağı alabalıklarının yağ asiti dağılımına etkisi (%)

Besleme Başlangıcı		Besleme Sonu			1.Ay			2.Ay			3.Ay			4.Ay			5.Ay			6.Ay		
Yağ asiti		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
C14:0	2.61 ^B	2.39 ^B	3.29 ^A	2.62 ^B	1.66 ^B	3.19 ^A	2.90 ^A	2.08 ^B	3.04 ^A	2.10 ^B	3.16 ^A	3.40 ^A	1.65 ^B	3.15 ^{AB}	3.60 ^A	2.76 ^B	3.18 ^A	3.63 ^A	2.65 ^B	3.05	3.48	3.21
C16:0	15.21 ^B	17.08 ^A	15.89 ^B	15.65 ^B	17.22 ^A	16.17 ^B	17.08 ^A	16.16	16.01	16.67	16.38	16.34	16.11	16.69 ^B	17.63 ^A	15.78 ^C	16.11 ^B	17.95 ^A	16.38 ^B	16.43 ^B	16.69 ^B	18.37 ^A
C16:1	3.91 ^C	4.52 ^B	5.58 ^A	4.55 ^B	2.36 ^C	5.63 ^A	4.63 ^B	3.22 ^B	4.88 ^A	3.60 ^B	5.34 ^A	5.49 ^A	2.53 ^B	5.12 ^A	5.55 ^A	3.99 ^B	5.16 ^A	5.89 ^A	4.19 ^B	5.26 ^A	5.57 ^A	4.52 ^B
C18:0	4.38 ^B	5.05 ^A	4.38 ^B	4.80 ^{AB}	5.59 ^A	4.42 ^B	4.68 ^B	4.88 ^B	4.53 ^B	5.28 ^A	4.57 ^{AB}	4.45 ^B	5.36 ^A	4.56 ^B	4.59 ^B	5.33 ^A	4.12 ^B	4.85 ^{AB}	5.00 ^A	4.40 ^B	4.32 ^B	5.13 ^A
C18:1	24.17 ^{AB}	22.26 ^B	29.25 ^A	28.39 ^A	16.04 ^B	29.59 ^A	27.75 ^A	18.48 ^C	26.40 ^A	23.32 ^B	26.83 ^A	28.71 ^A	18.96 ^B	26.49	24.23	25.68	25.50 ^C	27.09 ^A	28.62 ^B	26.17 ^B	28.86 ^A	26.18 ^B
C18:2n6	29.95 ^A	16.55 ^B	18.74 ^{AB}	23.25 ^A	13.92 ^C	18.78 ^B	24.50 ^A	17.19	18.53	18.76	23.31 ^A	18.68 ^B	14.92 ^C	24.29 ^A	20.61 ^B	24.95 ^A	24.67 ^A	14.07 ^B	23.58 ^A	24.23 ^A	18.07 ^B	21.27 ^{AB}
C18:3n3	2.97 ^A	0.69 ^B	2.19 ^A	2.39 ^A	1.45 ^B	2.18 ^A	1.36 ^B	1.72 ^B	2.06 ^A	2.01 ^A	2.07 ^A	2.18 ^A	1.64 ^B	1.19 ^B	2.43 ^A	2.45 ^A	2.17	2.59	2.36	2.04 ^B	2.10 ^B	2.85 ^A
C18:4n3	0.73 ^A	0.44 ^B	0.65 ^A	0.56 ^{AB}	0.38 ^B	0.59 ^A	0.62 ^A	0.41 ^B	0.61 ^A	0.48 ^B	0.51 ^B	0.60 ^A	0.34 ^C	0.52 ^B	0.61 ^A	0.64 ^A	0.61 ^A	0.68 ^A	0.57 ^B	0.65	0.61	0.60
C20:1n9	3.00 ^{BC}	3.35 ^B	4.00 ^A	2.82 ^C	1.85 ^C	3.94 ^A	2.81 ^B	2.37 ^B	3.83 ^A	1.91 ^C	4.81 ^A	3.98 ^A	1.56 ^B	4.48 ^A	4.03 ^B	2.46 ^C	4.54 ^A	4.40 ^{AB}	2.51 ^B	3.89 ^A	3.76 ^A	2.63 ^B
C20:5n3	2.05 ^B	3.13 ^A	2.60 ^{AB}	2.20 ^{AB}	4.57 ^A	2.50 ^B	2.17 ^B	6.25 ^A	2.84 ^C	3.61 ^B	1.49 ^B	2.48 ^{AB}	3.73 ^A	1.78 ^B	2.63 ^A	2.23 ^A	1.70 ^B	2.84 ^A	1.87 ^B	1.87 ^B	2.40 ^A	2.37 ^A
C22:1n11	0.26 ^C	1.73 ^A	1.23 ^A	0.69 ^B	1.25 ^B	2.30 ^A	1.23 ^B	1.59 ^{AB}	2.42 ^A	0.67 ^B	3.12 ^A	2.33 ^B	0.64 ^C	3.13 ^A	2.33 ^B	1.30 ^C	3.34 ^A	2.64 ^B	1.22 ^C	2.81 ^A	2.23 ^{AB}	1.35 ^B
C22:1n9	1.92 ^A	0.86 ^B	1.09 ^{AB}	0.16 ^C	1.24 ^A	0.34 ^B	0.18 ^B	0.29 ^B	0.40 ^A	0.11 ^C	0.41 ^A	0.38 ^B	3.97 ^B	0.40 ^A	0.42 ^A	0.28 ^B	0.43 ^A	0.38 ^{AB}	0.29 ^B	0.42 ^B	0.46 ^B	0.84 ^A
C22:5n3	0.79 ^B	1.00 ^{AB}	1.26 ^A	0.81 ^B	1.15 ^{AB}	1.24 ^A	0.82 ^B	1.08 ^{AB}	1.17 ^A	0.99 ^B	0.62 ^A	1.21 ^B	1.10 ^C	0.66 ^B	1.15 ^A	0.97 ^{AB}	0.62 ^B	1.25 ^A	0.82 ^B	0.58 ^B	0.99 ^{AB}	1.02 ^A
C22:6n3	7.84 ^C	20.32 ^A	8.69 ^C	10.83 ^B	30.60 ^A	8.58 ^B	8.83 ^B	23.78 ^A	12.48 ^B	20.16 ^{AB}	7.08 ^B	9.33 ^B	27.20 ^A	7.25 ^B	9.87 ^{AB}	10.79 ^B	7.51 ^B	11.53 ^A	9.64 ^{AB}	7.84 ^B	10.27 ^A	9.41 ^{AB}
C24:1n9	0.19 ^C	0.62 ^B	1.18 ^A	0.29 ^C	0.74 ^A	0.68 ^{AB}	0.44 ^B	0.50 ^{AB}	0.84 ^A	0.34 ^B	0.31 ^B	0.47 ^A	0.28 ^C	0.32 ^A	0.36 ^A	0.28 ^B	0.33 ^A	0.28 ^B	0.32 ^A	0.34 ^A	0.24 ^B	0.27 ^B

^{A,B} : Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05)

Çizelge 4.16 Farklı ticari yemlerle beslenen gökkuşağı alabalıklarında donmuş depolama esnasında belirlenen yağ asitleri dağılımı (%), AI ve TI değerleri

	A							B							C						
Yağ asiti	Besleme Sonu	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay	Besleme Sonu	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay	Besleme Sonu	1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay
C14:0	2.39 ^{ab}	1.66 ^b	2.08 ^{ab}	3.16 ^a	3.15 ^a	3.18 ^a	3.05 ^a	3.29	3.19	3.04	3.40	3.60	3.63	3.48	2.62 ^{ab}	2.90 ^a	2.10 ^{ab}	1.65 ^b	2.76 ^{ab}	2.65 ^{ab}	3.21 ^a
C16:0	17.08	17.22	16.16	16.38	16.69	16.11	16.43	15.89	16.17	16.01	16.34	17.63	17.95	16.69	15.65	17.08	16.67	16.11	15.78	16.38	18.37
C18:0	5.05 ^{ab}	5.59 ^a	4.88 ^{ab}	4.57 ^{ab}	4.56 ^{ab}	4.12 ^b	4.40 ^b	4.38	4.42	4.53	4.45	4.59	4.85	4.32	4.80	4.68	5.28	5.36	5.33	5.00	5.13
Σ DYA	24.52	24.47	23.13	24.11	24.40	23.41	23.88	23.55	23.78	23.58	24.20	25.81	26.43	24.49	23.07	24.67	24.05	23.13	23.87	24.03	26.71
C16:1	4.52 ^{ab}	2.36 ^b	3.22 ^{ab}	5.34 ^a	5.12 ^a	5.16 ^a	5.26 ^a	5.58	5.63	4.88	5.49	5.55	5.89	5.57	4.55 ^a	4.63 ^a	3.60 ^b	2.53 ^c	3.99 ^b	4.19 ^a	4.52 ^a
C18:1	22.26 ^{ab}	16.04 ^b	18.48 ^{ab}	26.83 ^a	26.49 ^a	25.50 ^a	26.17 ^a	29.25	29.49	26.40	28.71	24.23	27.09	28.86	28.39 ^{ab}	27.75 ^{ab}	23.32 ^{ab}	18.96 ^b	25.68 ^{ab}	28.62 ^a	26.18 ^{ab}
C20:1n9	3.35 ^b	1.85 ^c	2.37 ^{bc}	4.81 ^a	4.48 ^a	4.54 ^a	3.89 ^b	4.00	3.94	3.83	3.98	4.03	4.40	3.76	2.82 ^a	2.81 ^a	1.91 ^b	1.56 ^b	2.46 ^{ab}	2.51 ^{ab}	2.63 ^{ab}
C22:1n9	0.86	1.24	0.29	0.41	0.40	0.43	0.42	1.09 ^a	0.34 ^b	0.40 ^b	0.38 ^b	0.42 ^b	0.38 ^b	0.46 ^b	0.16 ^c	0.18 ^c	0.11 ^c	3.97 ^a	0.28 ^c	0.29 ^c	0.84 ^b
C22:1n11	1.73	1.25	1.59	3.12	3.13	3.34	2.81	1.23 ^b	2.30 ^a	2.42 ^a	2.33 ^a	2.33 ^a	2.64 ^a	2.23 ^a	0.69 ^b	1.23 ^a	0.67 ^b	0.64 ^b	1.30 ^a	1.22 ^a	1.35 ^a
C24:1n9	0.62	0.74	0.50	0.31	0.32	0.33	0.34	1.18a	0.68b ^c	0.84 ^b	0.47 ^{bc}	0.36bc	0.28c	0.24c	0.29 ^c	0.44 ^a	0.34 ^b	0.28 ^c	0.28 ^c	0.32 ^b	0.27 ^c
Σ TDYA	33.34	23.48	26.44	40.82	39.95	39.30	38.89	42.33 ^a	42.38 ^a	38.78 ^c	41.35 ^b	36.92 ^c	40.68 ^{bc}	41.10 ^b	36.90 ^b	37.04 ^a	29.94 ^{ab}	27.93 ^{ab}	34.00 ^b	37.14 ^a	35.80 ^b
C18:2n6	16.55 ^{bc}	13.92 ^c	17.19 ^b	23.31 ^a	24.29 ^a	24.67 ^a	24.23 ^a	18.74 ^b	18.78 ^b	18.53 ^b	18.68 ^b	20.61 ^a	14.07 ^c	18.07 ^b	23.25 ^a	24.50 ^a	18.76 ^{bc}	14.92 ^c	24.95 ^a	23.58 ^a	21.27 ^b
C18:3n3	0.69	1.45	1.72	2.07	1.19	2.17	2.04	2.19	2.18	2.06	2.18	2.43	2.59	2.10	2.39 ^a	1.36 ^c	2.01b	1.64 ^c	2.45 ^a	2.36 ^a	2.85 ^a
C18:4n3	0.44 ^{ab}	0.38 ^b	0.41 ^b	0.51 ^{ab}	0.52 ^{ab}	0.61 ^b	0.65 ^b	0.65	0.59	0.61	0.60	0.61	0.68	0.61	0.56	0.62	0.48	0.34	0.64	0.57	0.60
C20:5n3	3.13 ^b	4.57 ^{ab}	6.25 ^a	1.49 ^c	1.78 ^c	1.70 ^c	1.87 ^c	2.60 ^{ab}	2.50 ^{ab}	2.84 ^a	2.48 ^{ab}	2.63 ^{ab}	2.84 ^{ab}	2.40 ^b	2.20 ^b	2.17 ^b	3.61 ^a	3.73 ^a	2.35 ^b	1.87 ^c	2.37 ^b
C22:5n3	1.00	1.15	1.08	0.62	0.66	0.62	0.58	1.26 ^a	1.24 ^{ab}	1.17 ^{ab}	1.21 ^{ab}	1.15 ^{ab}	1.25 ^a	0.99 ^b	0.81	0.82	0.99	1.10	0.97	0.82	1.02
C22:6n3	20.32 ^b	30.60 ^a	23.78 ^b	7.08 ^c	7.25 ^c	7.51 ^c	7.84 ^c	8.69 ^c	8.58 ^c	12.48 ^a	9.33 ^{bc}	9.87 ^{bc}	11.53 ^{ab}	10.27 ^b	10.83 ^b	8.83 ^c	20.16 ^{ab}	27.20 ^a	10.79 ^b	9.64 ^{bc}	9.41 ^{bc}
Σ ÇDYA	42.14 ^b	52.05 ^a	50.43 ^a	35.08 ^c	35.69 ^c	37.29 ^c	37.20 ^b	34.13 ^b	33.87 ^b	37.68 ^a	34.48 ^b	37.29 ^a	32.96 ^c	34.44 ^b	40.03 ^{ab}	38.31 ^c	46.01 ^a	48.94 ^a	42.16 ^b	38.84 ^c	37.52 ^c
n-3	25.60 ^b	38.13 ^a	33.24 ^a	11.77 ^c	11.40 ^c	12.62 ^c	12.97 ^c	15.39 ^b	15.08 ^b	19.15 ^a	15.80 ^b	16.69 ^{ab}	18.89 ^a	16.37 ^{ab}	16.78 ^c	13.81 ^c	27.25 ^b	34.02 ^a	17.21 ^c	15.26 ^c	16.25 ^c
n-6	16.55 ^b	13.92 ^c	17.19 ^b	23.31 ^a	24.29 ^a	24.67 ^a	24.23 ^a	18.74 ^b	18.78 ^b	18.53 ^b	18.68 ^b	20.61 ^a	14.07 ^c	18.07 ^b	23.25 ^a	24.50 ^a	18.76 ^{bc}	14.92 ^c	24.95 ^a	23.58 ^a	21.27 ^b
n-3/n-6	1.55 ^b	2.74 ^a	1.93 ^b	0.50 ^c	0.47 ^c	0.51 ^c	0.54 ^c	0.82 ^c	0.80 ^c	1.03 ^b	0.85 ^c	0.81 ^c	1.34 ^a	0.91 ^{bc}	0.72 ^c	0.56 ^c	1.45 ^b	2.28 ^a	0.69 ^c	0.65 ^c	0.76 ^c
ΣÇDYA ΣDYA	1.72 ^b	2.13 ^a	2.18 ^a	1.45 ^b	1.46 ^b	1.59 ^b	1.56 ^b	1.45 ^b	1.42 ^b	1.60 ^a	1.43 ^b	1.44 ^b	1.25 ^c	1.41 ^b	1.74 ^b	1.55 ^{bc}	1.91 ^{ab}	2.12 ^a	1.77 ^b	1.62 ^{bc}	1.40 ^c
AI	0.35 ^{ab}	0.32 ^b	0.32 ^b	0.38 ^a	0.39 ^a	0.38 ^a	0.38 ^a	0.38 ^b	0.38 ^b	0.37 ^b	0.39 ^b	0.43 ^a	0.44 ^a	0.40 ^b	0.34b ^c	0.38 ^b	0.33 ^{bc}	0.30 ^c	0.35 ^{bc}	0.36 ^{bc}	0.43 ^a
TI	0.24 ^{bc}	0.18 ^c	0.19 ^c	0.36 ^a	0.37 ^a	0.33 ^b	0.34 ^b	0.30 ^a	0.31 ^a	0.27 ^b	0.31 ^a	0.32 ^a	0.31 ^a	0.31 ^a	0.28 ^{bc}	0.34 ^a	0.22 ^{bc}	0.18 ^c	0.29 ^b	0.31 ^{ab}	0.34 ^a

^{a,b,c} : Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05)

A grubu alabalıklarda Σ DYA donmuş depolamanın başlangıcında % 24.52, 6. ayın sonunda % 23.88 olarak belirlenmiştir. Doymuş yağ asitleri içerisinde palmitik asit (C16:0) (% 17.08-16.43) en dikkat çeken yağ asididir. Σ TDYA değerlerinde 3.aya kadar artış olmuş, 4. aydan itibaren düşüş başlamıştır (% 33.34-40.82-38.89). Tekli doymamış yağ asitleri içerisinde oleik asit (C18:1) en dikkat çeken yağ asididir (%22.26-26.17). Σ ÇDYA değerleri 1. ve 2. aylarda artış göstermiş, daha sonraki aylarda düşüş olduğu görülmüştür. Bu grupta ise linoleik asit (C18:2n6) (% 16.55-24.23) ve DHA, (C22:6n3) (% 20.32-23.78-7,84) oranları önemli olarak tespit edilmiştir.

B grubu alabalıklarda depolama süresince Σ DYA değerleri % 23.55-24.49 olarak tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitleri içerisinde palmitik asit (C16:0) (% 15.89-16.69) en dikkat çeken yağ asididir. Σ TDYA değerlerinde depolama süresince değerlerde farklılıklar görülmüştür (% 42.33-41,10). Tekli doymamış yağ asitleri içerisinde oleik asit (C18:1) (% 29.25-28.86) en dikkat çeken yağ asididir. Σ ÇDYA değerleri 2. ayda artış göstermiş, daha sonraki aylarda değişimler olmuştur. Bu grupta ise linoleik asit (C18:2n6) (% 18.74-20.61-18.07) ve DHA (C22:6n3) (% 8.69-12.48-10.27) oranları önemli olarak tespit edilmiştir.

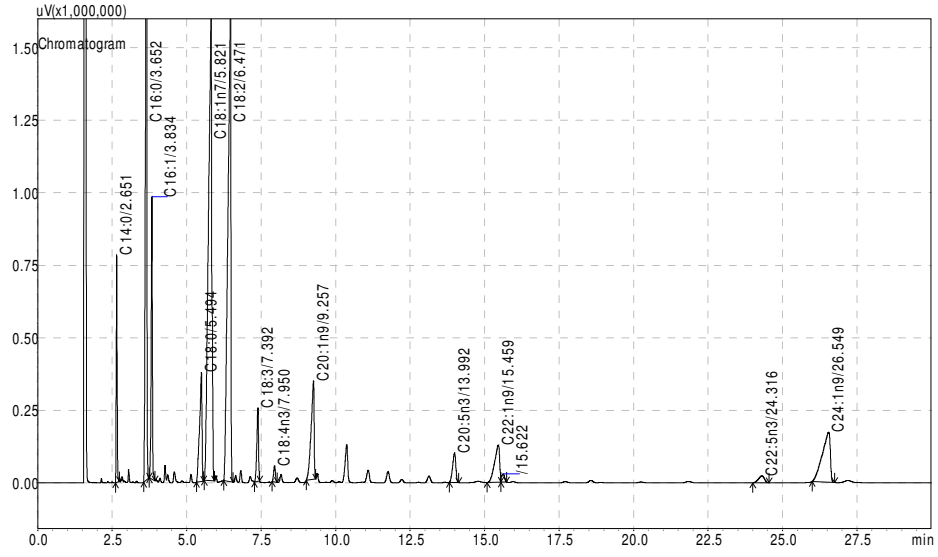
C grubu alabalıklarda Σ DYA depolama sürecinde % 23.07-26.71 olduğu görülmüştür. Doymuş yağ asitleri içerisinde palmitik asit (C16:0) (% 15.65-18.37) en dikkat çeken yağ asididir. Σ TDYA değerlerinde 1. ayda yüksek değer tespit edilmiş, daha sonraki aylarda dalgalanmalar görülmüştür. Tekli doymamış yağ asitleri içerisinde oleik asit (C18:1) (% 29.25-28.86) en dikkat çeken yağ asididir. Σ ÇDYA değerleri depolamanın ilk 3 ayında yüksek tespit edilmiştir, daha sonraki aylarda düşüş görülmüştür. Bu grupta ise linoleik asit (C18:2n6) (% 23.25-21.27) ve DHA (C22:6n3) (% 10.83-27.20-9.41) oranları önemli olarak tespit edilmiştir.

Tüm gruplarda DHA (C22:6n3) değerlerinde depolamanın 3. ve 4. aylarında bir düşüş görülmüştür, buna karşılık oleik (C18:1) ve linoleik asit (C18:2n-6) değerlerinde artış tespit edilmiştir. DHA (C22:6n3) değerlerinde düşüşün görüldüğü dönemler TBA sonuçlarının en yüksek değerleri verdiği dönemlerdir.

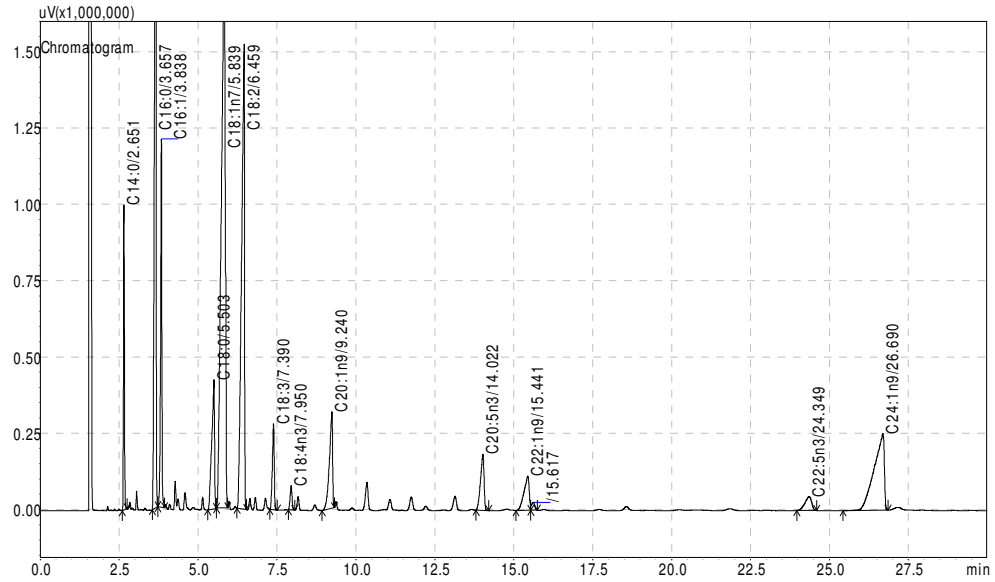
Yemlerin yağ asiti içerikleri ile bu yemlerle beslenen alabalıkların yağ asitleri karşılaştırıldığında toplam DYA içeriği en yüksek olan C yemiyle (% 26.30) beslenen balıklarda besleme sonunda $\sum$ DYA % 23.07 olarak, B yemiyle (% 24.99) beslenen balıklarda % 23.55 olarak, A yemiyle (% 24.32) beslenen balıklarda % 24.52 olarak tespit edilmiştir. Toplam TDYA içeriği en yüksek olan A gurubu yemiyle (% 41.84) beslenen balıklarda besleme sonunda $\sum$ TDYA % 33.34 olarak, B yemiyle (% 39.88) beslenen balıklarda % 42.33 olarak, C yemiyle (% 29.23) beslenen balıklarda % 36.90 olarak tespit edilmiştir. Toplam ÇDYA içeriği en yüksek olan C gurubu yemiyle beslenen (% 44.47) balıklarda besleme sonunda $\sum$ ÇDYA % 40.03 olarak, B yemiyle (% 35.12) beslenen balıklarda % 34.13 olarak, A yemiyle (% 33.83) beslenen balıklarda % 42.14 olarak tespit edilmiştir. 10 haftalık besleme süresi sonunda en yüksek $\sum$ ÇDYA değerinin A gurubunda olduğu görülmüştür. Altı aylık depolama sonunda ise A ve C guruplarının $\sum$ ÇDYA değerlerinin (A; % 37.20, C; % 37.52) yakın değerler olduğu görülmüştür. Depolama başlangıcı ve depolama sonunda çoklu doymamış yağ asiti değerleri incelendiğinde, depolama başlangıcında en yüksek $\sum$ ÇDYA içeriğine sahip olan A gurubunun depolama sonunda diğer guruplardan daha düşük ÇDYA içerdiği tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak B ve C yemlerinin içeriğinde bulunan antioksidantlar olduğu düşünülmektedir.

Deneme sonunda yemlerden ve balık filetolarından elde edilen yağ asitleri değerlerindeki farklılıklar ANOVA tekniği ile belirlenmiş ve bu farklılıkların önemi LSD testi ile tespit edilmiştir. İstatistiki kontroller yağ asidi değerlerindeki değişime grup ve donmuş depolama süresinin interaksiyonunun önemli düzeyde etkili olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). Periyotlar arasında gruplarda farklılıkların özellikle çoklu doymamış yağ asitlerinde C22:6n-3'te (DHA) önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Yemlerin yağ asiti içerikleri ile balıkların yağ asiti içerikleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Yemlerin doymuş yağ asiti içeri ile balıklarda tespit edilen doymuş yağ asiti değerleri arasında korelasyon olduğu ($p<0.01$), ayrıca yemlerin tekli doymuş ve çoklu doymuş yağ asitleri içeriği ile balıkların doymuş yağ asiti değeri arasında korelasyon olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

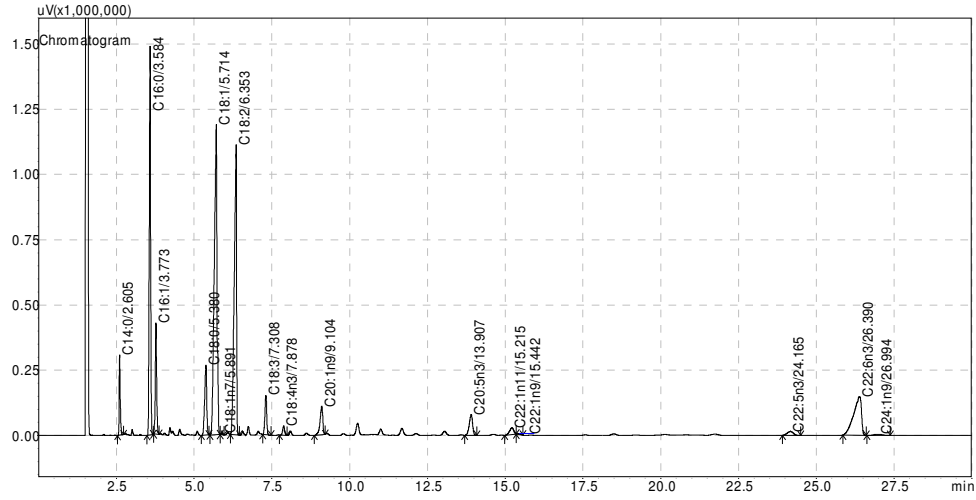
Deneme gruplarına ait yağ asidi kromotogramları şekil 4.11, 4.12 ve 4.13'te gösterilmiştir.



Şekil 4.11 A yemi kullanılan deneme grubuna ait yağ asidi kromotogramı örneği



Şekil 4.12 B yemi kullanılan deneme grubuna ait yağ asidi kromotogramı örneği



Şekil 4.13 C yemi kullanılan deneme grubuna ait yağ asidi kromotogramı örneği

n-3/n-6 oranları incelendiğinde A, B ve C deneme grupları için besleme sonunda sırasıyla 1.55, 0.82 ve 0.72 olarak belirlenmiş, bu değerler donmuş depolama sonunda ise 0.54, 0.91, 0.76 olarak tespit edilmiştir. Caballero *et al.* (2002) gökkuşağı alabalıklarında n-3/n-6 oranını 0.3 olarak tespit etmiştir. Osman *et al.* (2001) farklı tür balıklarda (gökkuşağı alabalığı hariç) tespit ettiği n-3/n-6 oranları ise 1.50-4.31 arasında tespit etmiştir.

AI değerleri A, B ve C deneme grupları için besleme sonunda sırasıyla 0.35, 0.38 ve 0.34 olarak, depolama sonunda 0.38, 0.40 ve 0.43 olarak tespit edilmiştir. TI değerleri besleme sonunda 0.24, 0.30 ve 0.28 olarak belirlenmiş, depolama süresi sonunda ise 0.34, 0.31 ve 0.34 olarak tespit edilmiştir. Balık etlerindeki en düşük ve sağlık açısından uygun görülen TI değeri 0.31 ile B yem grubuyla beslenen alabalıklarda, AI değerleri açısından incelendiğinde ise A yemi ile beslenen grupta (0.38) en uygun değer olarak tespit edilmiştir. $\sum\text{ÇDYA}/\sum\text{DYA}$ oranları A,B ve C gruplarında sırası ile besleme sonunda 1.72, 1.45 ve 1.74 olarak, donmuş depolama sonunda ise 1.56, 1.41 ve 1.40 olarak tespit edilmiştir. Caballero *et al.* (2002) gökkuşağı alabalıklarında $\sum\text{ÇDYA}/\sum\text{DYA}$ oranını 3.1 olarak tespit etmiştir. Osman *et al.* (2001) farklı tür balıklarda (gökkuşağı alabalığı hariç) tespit ettiği P/S oranlarını 5.30- 25.2 olarak

bildirmiştir. Yüksek ÇDYA/DYA oranının, su ürünlerinin iyi bir ÇDYA kaynağı olmasının göstergesi olduğu bildirilmiştir.

Turchini *et al.* (2003)'in alabalıklarla ilgili olarak yaptığı araştırmada balık filetolarında AI ve TI değerlerinin balık diyet unsurları ile doğrudan ilişkili olduğunu tespit etmiştir. Diyetler ile DY, TDY, ÇDY n-3/n-6 oranı, AI ve TI değerlerinin pozitif lineer korelasyon gösterdiğini belirtmiştir.

Rueda *et al.* (1997) deniz ve kültür şartlarında yetiştirilen *Pagrus pagrus* balıklarının kaslarındaki yağ asitleri dağılımını incelemiştir. Denizde yetiştirilenlerde; Σ DY %32.8, Σ TDY %15.9, Σ ÇDY 51.2, AI değeri 0.4, TI değeri ise 0.2 olarak belirtilmiştir. Kültür şartlarında yetiştirilenlerde ise Σ DY %29.9, Σ TDY %33.2, Σ ÇDY 36.9, AI değeri 0.5, TI değeri ise 0.2 olarak belirtilmiştir. Denizde ve kültür şartlarında yetiştirilmiş balıkların farklılıklarının olmasına rağmen AI ve TI değerlerinin düşük, yağ asitleri oranlarının ise iyi düzeyde olması insan tüketimi açısından uygunluğunu göstermiştir.

Pérez *et al.* (1998), protein kaynağı olarak tanımlanan 10 gıdada (6 et grubu; domuz, tavşan, kuzu, hindi, sığır eti ve 4 balık grubu; tuna, sardalya, izmarit, barlam balığı) yağ asidi ve kolesterol içeriklerini belirlemiştir. Bu gıdalarda yağ kalitesi farklı kimyasal indeksleri (DY/ÇDY oranı, aterojenik indeks ve trombojenik indeks değerleri) incelenerek belirlenmiştir. Ayrıca bu gıdaların tüketilmesinin sağlık üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma göstermiştir ki, domuz etinin yağ içeriği kuzu, tavşan, izmarit ve sardalya balığı etlerinin yağ içeriğinden daha düşüktür, tavuk ve barlam balığı ile benzerlik göstermektedir. Domuz, tavuk ve hindi eti diğerlerine göre en düşük oranlarda miristik asidi içermektedir. TI değerleri balıklarda diğer gıdalara göre daha düşük bulunmuştur. Domuz, tavuk ve hindi eti ise diğer gıdalara göre daha düşük AI değerlerini gösterdiği bulunmuştur.

Araştırmada, besleme sonunda A, B ve C gruplarındaki Eicosapentaenoik asit (C20:5n3) oranları sırasıyla %3.13, %2.60, %2.20 olarak, dokosaheksaenoik asit

(C22:6n3) oranları ise sırasıyla % 20.32, % 8.69, % 10.83 olarak tespit edilmiştir. Donmuş depolama sonunda ise EPA oranları sırasıyla % 1.87, % 2.40, % 2.37 olarak, DHA oranları ise % 7.84, % 10.27, % 9.41 olarak tespit edilmiştir. B yemi ile beslenen alabalık grubunda EPA ve DHA değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür; bu değerler Turchini *et al.* (2003) gökkuşağı alabalıklarında tespit ettiği EPA (% 4.96) ve DHA (% 19,4) değerlerinden düşük, Haliloğlu ve Aras (2002)'ın tespit ettiği EPA (% 4.48) değerinden düşük ve DHA (% 6.74) değerinden yüksek tespit edilmiştir. Benzer bir araştırmada Dönmez ve Tatar (2001) gökkuşağı alabalıklarındaki yağ oranı %3.4-4.55 arasında değiştiğini, yağ asiti dağılımında çoklu doymamış yağ asitleri toplamının %29.99 olduğunu gözlemlemiştir. Bunlardan EPA ve DHA oranlarının ise sırasıyla %4.00 ve %14.75 olduğunu belirtmişlerdir.

Osman *et al.* (2001) 10 farklı balık türünde (gökkuşağı alabalığı hariç) bulunan yağ asitleri dağılımını araştırmıştır. Bu araştırmaya göre DYA oranları %3.63-%16.3 arasında, TDYA oranları %3.25-11.4, $\sum$ ÇDYA değerleri ise %56.8-91.5 arasında değiştiğini, $\sum$ ÇDYA'ların %11-20'si n-6, %29.7-48.4'ü n-3'lerden oluştuğunu bildirmişlerdir. Barrado *et al.* (2003), gökkuşağı alabalıklarında yağ asiti dağılımlarını incelemiş ve bunun sonucunda C16:0, C 18:1 ve C22:6 yağ asitlerinin analize alınan alabalıkların yağ asitlerinin %10'unu oluşturduğunu ve C22:6 yağ asidinin bu balıklar için karakteristik olduğunu ve endojen orijinli olduğunu belirtmiştir.

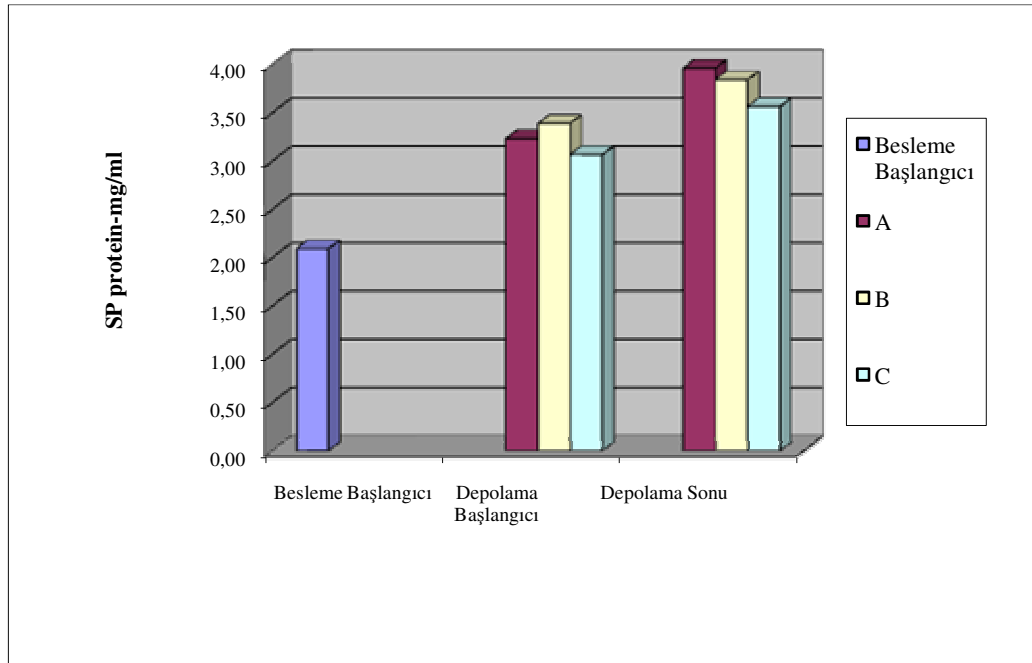
4.4.6 Sodyum dodesil sülfat jel elektroforezi (SDS-PAGE)

Gökkuşağı alabalık etlerinin miyofibrilar ve sarkoplazmik proteinlerinde oluşturduğu değişimleri belirlemek amacıyla, alabalıklarda besleme öncesi ve sonu ile altı aylık donmuş depolama sonunda protein konsantrasyonları belirlenmiştir. Sarkoplazmik proteinlerin konsantrasyonları çizelge 4.17 ve şekil 4.14'te verilmiştir. A, B ve C yem grupları ile beslenen gökkuşağı alabalıklarının besleme başlangıcı, sonu ve 6 aylık donmuş depolama süresince SDS-PAGE sarkoplazmik protein profillerindeki değişimler şekil 4.15 ve şekil 4.16'da verilmiştir.

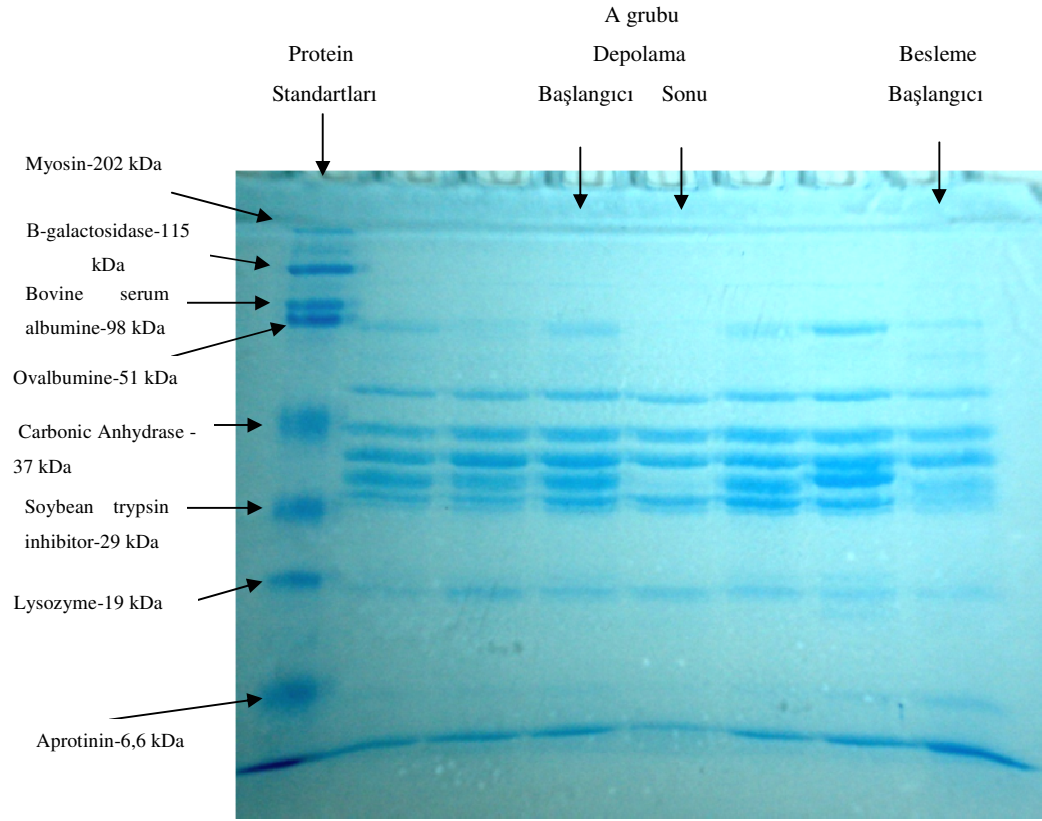
SDS-PAGE analiz yöntemi ile protein standardında 8 yoğunluk yoğunluk bandı belirlenmiştir. Bunlar miyosin (202 kDa), β -galaktosidase (115 kDa), bovine serum albumin (98 kDa), ovalbumine (51 kDa), carbonic anhidrase (37 kDa), soybean trypsin inhibitör (29 kDa), lysozyme (19 kDa) ve aprotinin (6,6 kDa)'dır.

Çizelge 4.17 Gökkuşığı alabalıklarının besleme öncesi, depolama başlangıcı ve sonu sarkoplazmik protein konsantrasyonları (protein-mg/ml)

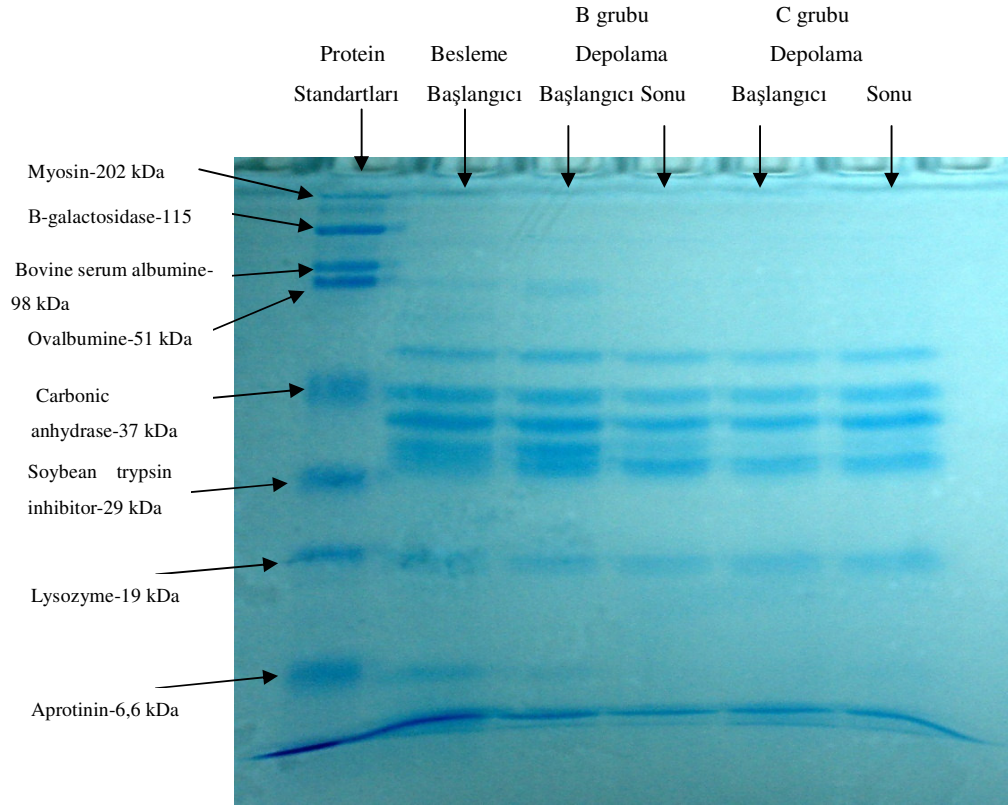
Örnekler	Besleme Başlangıcı	Depolama Başlangıcı (protein-mg/ml)	Depolama Sonu (protein-mg/ml)
A	2.09	3.23	3.96
B	2.09	3.39	3.84
C	2.09	3.07	3.56



Şekil 4.14 Gökkuşığı alabalıklarının besleme başlangıcı, depolama başlangıcı ve sonunda yapılan sarkoplazmik protein konsantrasyonları



Şekil 4.15 A yemi ile beslenen gökkuşağı alabalıklarının besleme başlangıcı, depolama başlangıcı ve sonu SDS-PAGE sarkoplazmik protein fraksiyonları



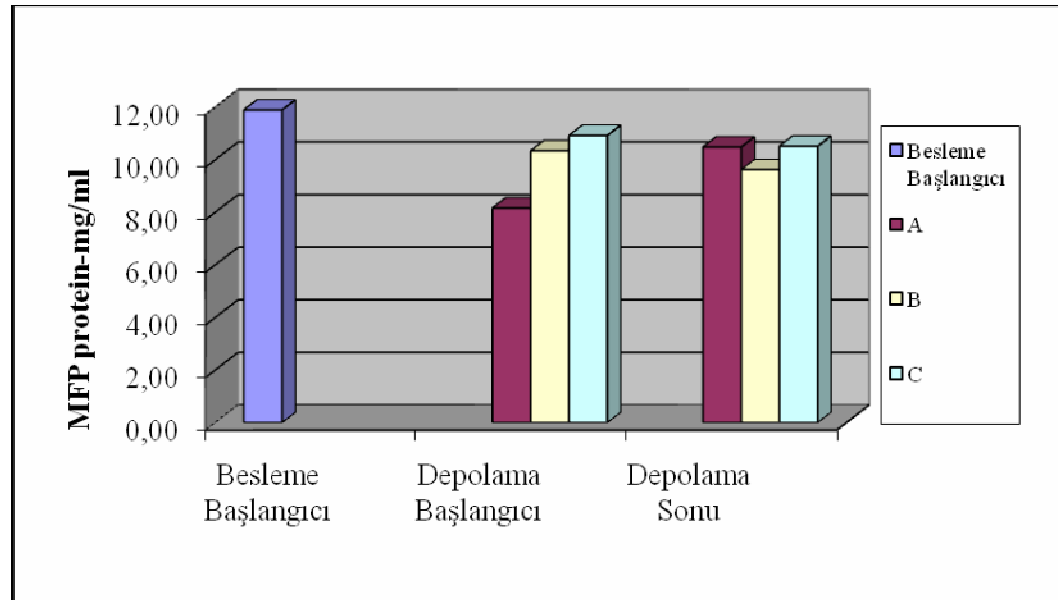
Şekil 4.16 B ve C yemleri ile beslenen gökkuşağı alabalıklarının besleme başlangıcı, depolama başlangıcı ve sonu SDS-PAGE sarkoplazmik protein fraksiyonları

A, B ve C yemleri ile beslenen alabalıklardaki sarkoplazmik protein profili incelendiğinde 51 kDa ve 29 kDa aralığında yeni bantlar oluşmuştur. Bu bantların yoğunluklarının 49 kDa, 41 kDa, 33kDa, 32 kDa, 31 kDa olduğu tahmin edilmektedir. A grubunda 6.ay örneklerinde 98 kDa ve 32 kDa protein bantlarının kaybolduğu, B grubunda 6.ay örneklerinde 98 kDa, 32 kDa ve 6,6 kDa protein bantlarının kaybolduğu, C grubunda ise 1. ve 6.ay örneklerinde 98 kDa, 32 kDa ve 6,6 kDa protein bantlarının kaybolduğu görülmüştür.

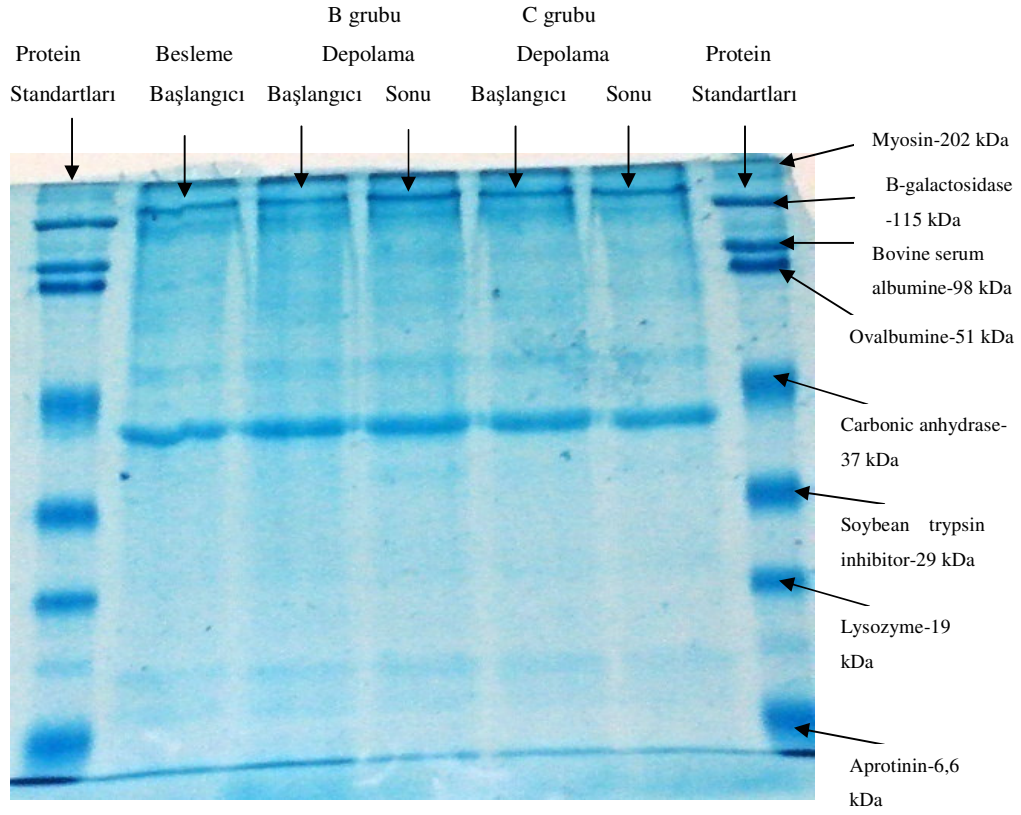
Spektrofotometrede 595 nm’de okunan absorbanslar değerlerinden elde edilen sonuçlara göre miyofibrilar proteinlerin konsantrasyonları çizelge 4.18 ve şekil 4.17’de verilmiştir. A, B ve C yem grupları ile beslenen gökkuşağı alabalıklarının başlangıç ve 6 aylık depolama süresince SDS-PAGE miyofibrilar protein profillerindeki değişimler şekil 4.18 ve şekil 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.18 Gökkuşağı alabalıklarının besleme öncesi, depolama başlangıcı ve sonu miyofibrilar protein konsantrasyonları (protein-mg/ml)

Örnekler	Besleme Başlangıcı	Depolama Başlangıcı (protein-mg/ml)	Depolama Sonu (protein-mg/ml)
A	11.89	8.16	10.48
B	11.89	10.34	9.62
C	11.89	10.92	10.51

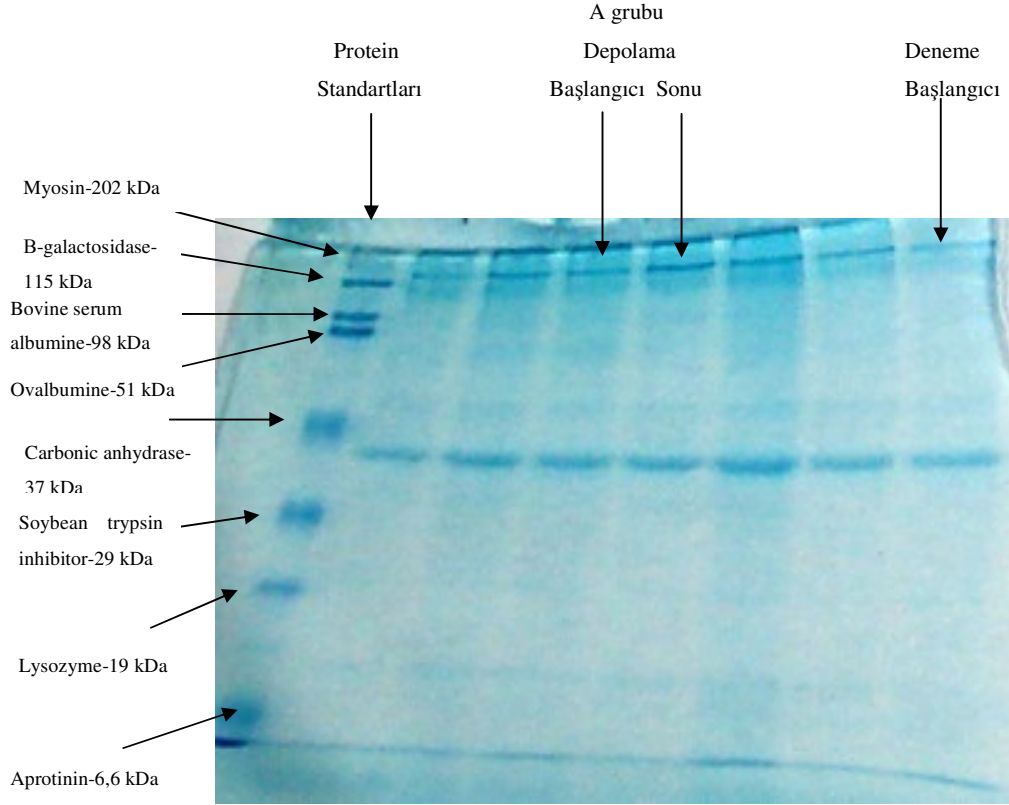


Şekil 4.17 Gökkuşağı alabalıklarının besleme öncesi, depolama başlangıcı ve sonu miyofibrilar protein konsantrasyonları (protein-mg/ml)



Şekil 4.18 B ve C yemleri ile beslenen gökkuşağı alabalıklarının besleme başlangıcı, depolama başlangıcı ve sonu SDS-PAGE miyofibrilar protein fraksiyonları

A, B ve C yemleri ile beslenen alabalıklardaki miyofibrilar protein profili incelendiğinde 130 kDa, 108 kDa, 41 kDa, 34 kDa, 12 kDa ve 9 kDa yoğunlukları olduğu tahmin edilen yeni bantlar oluşmuştur. A, B ve C grupları arasında farklılık görülmemiştir.



Şekil 4.19 A yemi ile beslenen gökkuşuğı alabalıklarının besleme başlangıcı, depolama başlangıcı ve sonu SDS-PAGE miyofibrilar protein fraksiyonları

Genel olarak protein profillerine bakıldığında sarkoplazmik ve miyofibrilar proteinlerde depolama öncesi ve depolama sonrasında farklılık görülmemiştir. Bunun nedeni olarak, proteinlerin alabalıkların analize alınmadan önce denatüre olması ile ifade edilebilmektedir. Ayrıca protein yapısını değiştirecek herhangi bir işlem yapılmaması veya katkı kullanılmamasında bunda etkili olduğu düşünülmektedir.

Korkmaz (2007)'ın yaptığı araştırmada protein denatürasyonu depolama başlangıcında olmuş ve depolama süresince protein denatürasyonunda bir değişiklik olmadığı için elektroforez jellerinde protein fraksiyonlarında bir farklılık görülmemiştir.

SDS-PAGE analiz yöntemi kullanılarak farklı ticari yemler ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarının filetolarındaki protein fraksiyonları tespit edilmiş, protein bantları belirlenmiştir. Sarkoplazmik proteinlerde 8 adet, miyofibrilar proteinlerde 7 adet yoğunluk bandı tespit edilmiştir. Sarkoplazmik ve miyofibrilar protein bantları kendi içlerinde farklılık göstermemektedir. Ünlüsayın vd. (2001)'nin yapmış oldukları bir araştırmada elektroforez yöntemi kullanılarak gökkuşuğu alabalık jellerinde 18 protein bandı tespit edilmiş ve bantların yoğunlukları 148, 140, 122, 108, 97.4, 91, 71, 68, 54, 46, 39, 35.5, 26.5, 24, 22, 18.5, 12.5 ve 9.8 kDa olduğu bildirilmiştir. Bu bantlardan 54, 46, 39, 35.5 ve 12.5 kDa bantlarının çok yoğun olduğu belirtilmiştir. Denememizde sarkoplazmik protein bantları ise 51 ile 29 kDa arasında, miyofibrilar protein bantları ise 130 ile 37 kDa arasında yer almaktadır. 34 kDa'da olduğu tahmin edilen çok yoğun bir bant oluştuğu görülmüştür.

Ayrıca balık kas doku proteinlerinin elektroforetik analiz yöntemleri kullanılarak saptanması ve baskın protein bantlarının belirlenmesi balık türlerinin tanımlanmasında yardımcı olmaktadır. Buda su ürünleri işleme teknolojisi açısından önem taşımaktadır (Ünlüsayın vd. 2001). Özellikle sarkoplazmik proteinlerin karşılaştırılmasının taksonomik sınıflandırmada pratik önemi olabileceği de bildirilmiştir (Yılmaz vd. 2005).

4.4.7 Duyusal analiz

Farklı ticari yemler ile 10 hafta süresince beslenen gökkuşuğu alabalıkları lezzet, tekstür ve genel beğeni açısından değerlendirilmiştir. A, B ve C yemleri ile beslenen gökkuşuğu alabalık filetoları besleme sonunda ve 6 aylık donmuş depolama süresince 1'er aylık periyotlarda duyusal analiz uygulanmıştır.

Besleme sonu ve takip eden 6 aylık donmuş depolama döneminde yapılan duyusal değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak incelenmiş, değerler arasındaki farklılıklar ANOVA tekniği ile belirlenmiş ve bu farklılıkların önemi LSD testi ile tespit edilmiştir. İstatistik kontroller alabalıkların lezzet, tekstür ve genel beğeni değerine yem ve periyot interaksiyonunun önemli düzeyde etkili olduğunu göstermiştir ($p<0.05$). Lezzete ait ortalama veriler çizelge 4.19'da verilmiştir.

Farklı ticari yemlerin ve donmuş depolamanın gökkuşuğu alabalıklarının lezzetlerine etkisi incelendiğinde, depolamanın 2. ve 3. aylarında gruplar arasındaki farkların önemli olduğu ($p<0.05$), diğer periyotlarda ise gruplar arasında ki farkların önemsiz olduğu ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Farklılığın görüldüğü 2. ayda C deneme grubu en düşük lezzet beğeni değerine, 3. ayda ise en yüksek lezzet beğeni değerine sahip olduğu görülmüştür. Deneme gruplarına depolama süresinin etkisi incelendiğinde, periyotlar arasındaki farklılıkların önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Tüm grupların besleme sonu ve depolamanın 1. ayında en yüksek lezzet puanına sahip oldukları donmuş depolama sonunda beğeni değerlerinin düştüğü görülmüştür.

Çizelge 4.19 Farklı ticari yemler ile beslenerek donmuş depolanan gökkuşağı alabalıklarında belirlenen lezzet puanları

LEZZET			
Örnek Süre (Ay)	A	B	C
Besleme Sonu	6.89±0.68 ^A	6.71±0.73 ^A	6.39±0.84 ^{AB}
1	6.68±0.99 ^A	7.00±0.78 ^A	6.64±0.84 ^A
2	6.00±0.78 ^{a,CB}	5.85±1.10 ^{a,B}	5.00±1.11 ^{b,D}
3	5.50±0.94 ^{b,C}	5.36±1.01 ^{b,B}	6.36±1.08 ^{a,AB}
4	5.78±0.80 ^C	5.64±0.84 ^B	5.64±0.74 ^{CD}
5	6.46±0.89 ^{AB}	6.00±0.88 ^B	5.78±0.97 ^{CB}
6	5.96±0.75 ^{CB}	5.89±0.84 ^B	5.71±0.91 ^{CB}

^{a,b} : Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05)

^{A,B,...,D} : Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05)

Farklı ticari yemlerle beslenen ve altı ay donmuş depolanan gökkuşağı alabalıklarında belirlenen tekstür puanları çizelge 4.20’de verilmiştir

Çizelge 4.20 Farklı ticari yemler ile beslenerek donmuş depolanan gökkuşağı alabalıklarında belirlenen tekstür puanları

TEKSTÜR			
Örnek Süre (Ay)	A	B	C
Besleme Sonu	6.64±0.84 ^A	7.00±0.76 ^A	6.68±0.72 ^A
1	6.68±0.82 ^A	6.96±0.79 ^A	6.61±0.92 ^A
2	6.00±0.88 ^{AB}	6.00±0.68 ^B	5.43±1.02 ^C
3	5.64±0.84 ^{b,B}	5.78±0.70 ^{b,B}	6.50±0.85 ^{a,AB}
4	6.00±0.96 ^{AB}	5.71±0.91 ^B	5.85±1.09 ^{BC}
5	6.25±1.09 ^{AB}	5.71±1.32 ^B	5.43±0.94 ^C
6	6.17±1.07 ^{AB}	5.78±0.89 ^B	5.64±0.63 ^C

^{a,b} : Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05)

^{A,B,...,D} : Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05)

n=2

Farklı ticari yemlerin ve donmuş depolamanın tekstüre etkisi incelendiğinde, depolamanın 3. ayında gruplar arasındaki farkların önemli olduğu ($p<0.05$), diğer periyotlarda ise gruplar arasında ki farkların önemsiz olduğu ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Farklılığın görüldüğü 3. ayda C deneme grubu en iyi tekstür beğeni değerine sahip olduğu görülmüştür. Deneme gruplarında tekstüre depolama süresinin etkisi incelendiğinde, periyotlar arasındaki farklılıkların önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Tüm grupların, besleme sonu ve depolamanın 1. ayında en yüksek tekstür puanına sahip oldukları görülmüştür

Farklı ticari yemlerle beslenen ve donmuş depolanan gökkuşağı alabalıklarına ait genel beğeni puanları çizelge 4.21’de verilmiştir

Çizelge 4.21 Farklı ticari yemler ile beslenerek donmuş depolanan gökkuşağı alabalıklarında belirlenen genel beğeni puanları

Örnek Süre (Ay)	GENEL BEĞENİ		
	A	B	C
Besleme Sonu	6.75±0.93 ^A	6.89±0.74 ^A	6.68±0.82 ^A
1	6.61±1.00 ^A	7.07±0.75 ^A	6.82±0.77 ^A
2	5.92±0.73 ^{a,BC}	6.00±0.04 ^{a,B}	5.14±1.10 ^{b,D}
3	5.50±0.94 ^{b,C}	5.64±0.74 ^{b,B}	6.50±0.94 ^{a,AB}
4	6.14±0.77 ^{ABC}	5.92±0.73 ^B	5.92±0.92 ^{BC}
5	6.29±0.99 ^{AB}	6.00±0.96 ^B	5.86±0.95 ^{BC}
6	5.68±0.77 ^{BC}	5.69±0.77 ^B	5.57±0.94 ^{CD}

^{a,b} : Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($p<0.05$)

^{A,B,...,D} : Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($p<0.05$)

Farklı ticari yemlerin ve donmuş depolamanın genel beğeniye etkisi incelendiğinde, depolamanın 2. ve 3. ayında gruplar arasındaki farkların önemli olduğu ($p<0.05$), diğer periyotlarda ise gruplar arasında ki farkların önemsiz olduğu ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Farklılığın görüldüğü 2. ayda C deneme grubu en düşük genel beğeni değerine, 3. ayda

ise en iyi genel beğeni değerine sahip olduğu görülmüştür. Farklı ticari yem gruplarında genel beğeniye depolama süresinin etkisi incelendiğinde, periyotlar arasındaki farklılıkların önemli olduğu ($p<0.05$), besleme sonu ve depolamanın 1. ayında en yüksek genel beğeni değerlerine sahip oldukları görülmüştür. Depolama süresi uzadıkça genel beğeni değerlerinde bir düşüş görülmüştür.

Besleme başlangıcı ve 6 aylık donmuş depolama sürecinde duyusal açıdan analiz edilen gökkuşağı alabalıklarında sonuçlarının ortalama değerleri incelendiğinde tüm balık grupları lezzet, tekstür ve genel beğeni açısından orta derecede iyi olarak değerlendirilmiştir. Turchini *et al.* (2003) yaptığı araştırmada duyusal yönden incelediği alabalıklarda gruplar arasında farklılık olmadığını, tüm grupların skorlarının (0-9 arasında değerlendirilmiştir) 5-6 arasında değiştiğini belirtmiştir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada yaklaşık 90g ağırlığındaki gökkuşağı alabalıkları 10 hafta süre ile 3 farklı tip ticari yem ile (üretim teknolojileri ve bileşimleri farklı olan; pelet yem, ekstrude yem ve ekspanded yem) beslemenin büyümelerine, balık eti bileşimine ve yağ asitleri dağılımına olan etkileri incelenmiştir.

Kurumadde, yağ, vitamin, mineral madde gibi besleyici unsurları kontrollü olarak, istenilen düzeyde ekleme olanağına sahip olunan tüm yem gruplarında, üretim teknolojisi açısından yemin su içerisindeki durumu kontrol edilebilen ekstrude (B) yemin daha avantajlı olduğu, bu yüzden ekstrude yem ile beslenen gökkuşağı alabalıklarında fileto verimi, kondüsyon faktörü ve balık eti bileşimi daha iyi değerlerde olduğu görülmüştür.

Farklı ticari yemlerle beslenen alabalık gruplarından elde edilen analiz sonuçları değerlendirildiğinde, yağ içeri ve metabolik enerji içeriği yüksek olan, ekstrude yem kullanılan gruplarda canlı ağırlık artışı ve et verimi ekspanded ve pelet yem kullanılanlara göre daha fazla olmuştur. Yüksek oranda protein içeren yemlerde ağırlık artışının daha yüksek olması beklenirken; denememizde bu kritere uygun yem grubu olan pelet yemle beslenen grupta en az ağırlık artışı görülmüştür. Bunun nedeni ise pelet yemin dibe batması ve gökkuşağı alabalıklarının yüzeyden yemi almaları dibe gitmemeleri, dolayısı ile yeteri kadar beslenememeleri olarak tespit edilmiştir. Bu durumun ayrıca yetiştirme havuzlarında kirliliğe neden olduğu da görülmüştür.

Maliyet açısından değerlendirmenin ise başka bir araştırmada yapılması gerekmektedir. Aynı zamanda aynı teknoloji ile üretilmiş, hammaddeleri farklı yemlerin etkisini incelemek amacıyla başka bir çalışmada yapılması uygun görülmüştür. Asıl amacımız olan yağ asitleri profilleri açısından, balık filetolarının yağ asitleri içeriklerinin balık beslemede kullanılan yemlerin yağ asidi içeriklerinin yansıması olduğu söylenememektedir. Ancak, özellikle yemlerin DYA içeriği ($p<0.01$) ve TDYA ile ÇDYA içeriğinin ($p<0.05$) balıkların DYA içeriğini etkiledikleri görülmüştür. Pelet

yemin yağ asitleri ile orantılı olarak bu yemle beslenen alabalık grubunda donmuş depolama sonunda çoklu doymamış yağ asitleri oranının en iyi olduğu grup olarak tespit edilmiştir.

Yemlere antioksidan ilavesinin önemli olduğu görülmüştür. Ekstrude ve pelet yemlerin içeriğinde bulunan antioksidantlar sayesinde balık filetolarındaki yağ asitlerinin (özellikle çoklu doymamış yağ asitlerinin), içeriğinde antioksidant bulunmaya ekspanded yemle beslenenlere göre donmuş depolama sonunda daha az kayba uğradıkları görülmüştür. Yine balık etindeki yağların oksidasyonu ile ilgili olarak SYA ve TBA değerleri antioksidant ilaveli yemlerde daha düşük değerlerde olduğu görülmüştür.

Sağlık açısından önemli olan aterosjenik indeks değerinde ekspanded yem ile beslenen A grubunda, trombojenik indeks değeri en uygun olan grup ise ekstrude yem ile beslenen B grubu alabalıklarda görülmüştür.

Sonuç olarak balık beslemede kullanılan yemlerin üretim teknolojisi ile yem hammaddelerinde yapılabilecek değişiklikler sayesinde balık eti veriminin ve besin kalitesinin daha üst seviyelere getirilebileceği görülmüştür. Denememizde bu açıdan ekstrude yem tipinin diğer yem tiplerine göre daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Ağrağaç, C. ve Büyükhatipoğlu, Ş. 1998. Sinop yöresinde denizde ağ kafeslerde farklı yemlerle yapılan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792) yetiştiriciliği üzerine bir araştırma. Tr. J. Of Veterinary and Animal Sciences, 22, 19 1-195.
- Alsavar, C., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shahidi, F. and Alexis M. 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass(*Dicentrarchus labrax*); total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. Food Chemistry, 79, 2, 145-150.
- Anonim. 2001. D.P.T. 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Su ürünleri ve su ürünleri snayii, özel ihtisas komisyonu raporu, Ankara.T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Yayın No: DPT: 2575-ÖİK: 588
- Anonim. 2005. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Türkiye genelinde, il bazında 2005 yılı iç su üretim tesisleri (http://www.tugem.gov.tr/tugemweb/suurunyet/icsu_isletmeleri.html, Erişim Tarihi: 12.05.2008)
- Anonim. 2006. Karma Yem Teknolojisi. Web Adresi: <http://www.ziraatforum.com/Ziraat-Forum/Su-Urunleri-Yetistiriciligi/170-KARMA-YEM-TEKNOLOJISI.html>, Erişim Tarihi: 15.05.2008.
- Anonim. 2007a. Balık Yemi Yapım Teknikleri. Yemler ve Kalite Toplantısı, 2-4 Ekim 2000, Bodrum Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, Bodrum.
- Anonim. 2007b. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, Haber Bülteni , Su Ürünleri 2006, Sayı: 115, 20 Temmuz 2007.
- Anonim. 2007c. D.P.T. 9. Beş Yıllık Kalkınma Planı 2007/2013, Balıkçılık özel ihtisas komisyonu raporu, Ankara.T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Yayın No: DPT: 2719-ÖİK: 672.
- Anonim. 2008a. Su Ürünleri Hizmetleri Dairesi Başkanlığı İstatistiki Bilgiler. Web adresi: http://www.tarim.gov.tr/sanal_kutuphane3/su_urunleri_istatistikleri.doc Erişim Tarihi: 25.04.2008
- Anonim. 2008b. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, Su ürünleri istatistik verileri. Web adresi: <http://www.tuik.gov.tr>, Erişim tarihi: 07.05.2008.
- Anonymous. 1987. Standart methods for analysis of oils,fats and derivatives, international union of pure and applied chemistry, 7th edn., Blackwell Scientific Publications, IUPAC Method 2:301.
- Anonymous. 1998. Preventive Health (Nutrition), Women's Health Weekly, 09/21/98,22-24.
- Anonymous. 2001. n-3 fatty acids in the treatment of depression. Harvard Mental Health Letter. Oct., Vol. 18, Issue 4.
- Anonymous. 2008. Omega-3Facts,“Heathy Living, the natural way” Web adresi: <http://www.omegaplus.nf.ca/fact4.htm> Erişim Tarihi: 13.04.2008.
- AOAC. 1990. In : Helrich, K.(Ed), Official methods of analysis. Association of official analytical chemist, Arlington, VA, USA.
- Arıman, H. ve Aras, M.N. 2003. Çeşitli Yem Gruplarının Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) Yavrularının Büyüme Performansına ve Et Verimi Özelliklerine Etkileri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 20, 3-4 : 405-411.

- Aydın, F. 2008. Alabalık Biyolojisi ve Yetiştirme Teknikleri. Web adresi: http://www.tarim.gov.tr/arayuz/10/icerik.asp?efl=uretim/su_urunleri/su_urunleri.htm&curdir=\uretim\su_urunleri&fl=alabalik/alabalik.html, Erişim tarihi: 18.02.2008
- Barrado, E., Jimenez, F., Prieto, F. and Nuevo, C. 2003. The use of fatty-acid profiles of the lipids of the Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) to differentiate tissue and dietary feed. Food Chemistry 81 ,13-20.
- Bartram, H.P., Gostner, A., Scheppach, W. and Reddy, B.S. 1993. Effects of fish oil on rectal cell proliferation, mucosal fatty acids, and prostaglandin B release in healthy subjects. Gastroenterology, 105, 5, 1317 – 1322.
- Baysal, A. 1996, Beslenme. Hatipoğlu Yayınevi. Ankara, 494s.
- Bligh, E.G. and Dyer, W.J. A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification. Canadian J Biochem Physiol. 37,911-913, (1959).
- Boyd, L. 2000. Fish oil cuts cardiac risk in post menopausal women. RN., Oct., Vol. 63, Issue 10, 20.
- Caballero, M.J., Obach, A., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M. and 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.
- Candoğan, K. 2000. Bacterial Starter Cultures, Aging and Fermentation Effects on Some Characteristics of Fermented Beef Sausages, (Doktora Tezi), Clemson University.
- Candoğan, K. and Kolsarıcı N. 2003. Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. Meat Science, 64, 2, 207-214.
- Castro, P., Padrón, J.C.P., Cansino, M. J.C., Velazquez, E.S. and Larriva, R.M. 2006. Total volatile base nitrogen and its use to assess freshness in European sea bass stored in ice. Food Control 17, 245-248.
- Civaner, Ç. 2005. Su Ürünleri. T.C.Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi.
- Çaklı, Ş., Kılınç, B., Dinçer, T. and Tolasa, Ş. 2006. Comparison of the shelf lives of map and vacuum packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Eur Food Res Technol 224: 19-26.
- Demirci, M. ve Orak, H.H., 1999. Farklı soğutma ortamları ve -120C’de depolanan istavrit balığında (*Trachurus trachurus*) meydana gelen kalite değişimleri. TUBİTAK. Tr. J. Of Agriculture and Forestry, 23, 143-150.
- Dommels-Yvonne, E.M., Link-Gerrit, M.A, Blanderen, P. J. Van and Ommen, B. Van. 2002. Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids and colorectal carcinogenesis: results from cultured colon cells, animal models and human studies. Environmental Toxicology and Pharmacology, 11, 297 – 308.
- Dönmez, M. ve Tatar, O. 2001. Fileto ve bütün olarak dondurulmuş gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) muhafazası süresince yağ asitleri bileşimlerindeki değişimlerin araştırılması. E.U. Su Ürünleri Dergisi. 18, 1-2: 125-134.
- Fennema, O.R. 1996. Food Chemistry, Ed. Fennema, O.R. pp.254-257, Universty of Wisconsin, New York.
- Francesco, M., Parisi, G., Medale, F., Lupi, P., Kaushik, S.J. and Poli B.M. 2004. Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and

- body/fillet quality traits of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, article in press. (www.sciencedirect.com, erişim tarihi: 11.05.2008).
- Göğüş, A.K. ve Kolsarıcı, N. 1992. Su Ürünleri Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1243, Ders Kitabı: 358. Ankara.
- Haliloğlu, H.İ., Aras, N.M., Yanık, T., Atamanalp, M. ve Kocaman, E.M. 2003. Gökkuşluğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) yağ asiti kompozisyonundaki değişimlerin erken gelişme safhalarında incelenmesi. Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi 27, 1105-1109.
- Harmantepe, B. F. ve Büyükhatipoğlu, Ş., 2007. İki farklı yemin gökkuşluğu alabalıklarının büyüme performansı ve yem maliyeti üzerine etkisi. Journal of Fisheries Science.com, 1(4):168-175.
- Kaya, Y., Duyar, H.A. ve Erdem, M.E. 2004. Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, Cilt 21, Sayı (3-4): 365-370, 2004.
- Kayahan, M. 1998. Gıda Kimyası, Bölüm 3 Lipidler. Hacettepe Üniversitesi yayınları, edt. İlbelge Saldamlı, 107-191.
- Kılınççeker, O. ve Küçüköner E. 2003. Tuzlanmış inci kefal (*Chalcalburnus tarichi*) balığında fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal değişimlerin saptanması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 13(1):55-59.
- Koca, B.S., Erdem, M. ve Koca H.U. 2006. Karadeniz’de Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1972) Yetiştiriciliğinde Kullanılan Pelet ve Ekstrüde Yemlerin Gelişmeye Etkisine İlişkin bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10-2, 173-179.
- Konar, V. ve Köprücü, K. 2002. Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1972) etindeki yağ asidi miktarlarının araştırılması. F.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(1), 73-78.
- Korkmaz, K. 2007. Selenometiyonin katkılı yem ile beslenen Gökkuşluğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) buzda depolanması esnasında protein kalitesi ve lipid oksidasyonunda meydana gelen değişimler. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Adana.
- Kundakçı, A. 1979. Haskefal (*Mugil cephalus* L.) ve sazan (*Cyprinus carpio* L.) balıklarının dondurularak saklanması sırasında lipidlerdeki değişimler. Doktora Tezi, Ege Üniv. Ziraat Fakültesi, Bornova, İzmir.
- Lee, D. J., Putnam, G. B., 1973. The response of rainbow trout to varying protein-energy ratios in a test diet. Journal Nutrition, Vol.103,916-922.
- Leammli, UK. 1970. Cleavage of the Structure Proteins During the Assembly of the T4. Nature;227:680-685.
- Maidment, I. D. 2000. Are fish oils an effective therapy in mental illness- an analysis of the data. Acta Psychiatrica Scandinavia, 102, 1, 3 – 9.
- Martin R.E. ve Flick G.J., 1990. The Sea Food Industry. An Osprey Book. Published by Von Nostrand Reinhold, Newyork.
- Melton, S. 1983. Methology for Following Lipid Oxidation in Muscle Foods. Food Technology, 37: 111-116.
- Memiş, D. ve Gün H. 2004. Farklı rasyonların Gökkuşluğu Alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) ilk olgunlaşma dönemindeki büyüme, gonad gelişimi ve kas kompozisyonuna etkileri. Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi 28(2),p. 315-322.

- Meriç, İ. 2003. Farklı depolama sıcaklığı ve depolama süresinin bazı balık filetolarının fiziksel ve kimyasal kompozisyonlarına etkisi. A.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Nair, P.G.V., Gopakumar, K. and Nair, M.R. 1976. Lipid hydrolysis in mackerel (*Rastrellinger kanagurta*) during frozen storage. Fish Technol., 13,111.
- Nilsson, K. and Ekstrand, B. 1995. Frozen storage and thawing methods affect biochemical and sensory attributes of rainbow trout. Journal of Food Science, 60, 3, 627-630.
- Okita, M. and Sasagawa T., 2002. Habitual intake and polyunsaturated fatty acid deficiency in liver cirrosis. Nutrition 18:304-308.
- Osman, H., Suriah, A.R. and Law, E.C. 2001. Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in Malaysia waters. Food Chemistry, 73, 55 – 60.
- Öz, Ü. 2004. Deniz suyunda ve tatlısuda ağ kafeslerde yetiştirilen Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1972)'nın gelişme farklılıklarının karşılaştırılması. F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(2), 347-356.
- Pauletto, P. and Puato, M. 1996. Blood pressure and atherogenic lipoprotein profiles of fish-diet and vegetarian villagers in Tanzania. Lancet, 9/21/96, 348, 9030, 784-789.
- Pearson, D. and Cox, H.E. 1962. Determination of Total Volatile Bases in Flesh Foods. The Chemical Analysis Inc. Newyork, p: 320.
- Pérez-Llamas, F., López-Jiménez, JA., Marín, J.F. and Zamora, S. 1998. Characteristics of fats of some foods of the meats group and their relations with health, Nutr Hosp, 1998 Mar-Apr.;13 (2):95-98.
- Prichard, B.N.C. and Ling, K.L.E. 1995. Fish oils and cardiovascular disease. British Medical Journal. 310, 6983, 819-820.
- Regenstein, J.M. and Regenstein, C.E. 1991. Introduction to Fish Technology. New York: Van Nostrand Reinhold (an Osprey Book), 269.
- Robin, J.H., Regost, C., Arzel, J. and Kaushik, S.J. 2003. Fatty acid profile of fish following a change in dietary fatty acid source: model of fatty acid composition with dilution hypothesis. Aquaculture 225, 283-293.
- Rueda, F.M., López, J.A., Martínez, F.J. and Zamora, S. 1997. Fatty acids in muscle of wild and farmed red porgy, *Pargus pargus*, Aquaculture Nutrition, 1997, 3;161-165.
- Rudel, L.L. and Morris, M.D. 1973. determination of cholestrol using o-phythalaldehyde. J. Lipid Research, 14; 364-366.
- Sant'Ana, L.S. and Mancini-Filho, J. 2000. Influence of the addition of antioxidants in vivo on the fatty acid composition of fish fillets. Food Chemistry, 68, 175 – 178.
- Satué, M.T. and Lopez, M.C. 1996. Sex-linked differences in fatty acid composition of rainbow trout liver oil. Food Chemistry, Vol. 57, No. 3, 359 – 363.
- Shahidi, F. and Botta, J.R. 1994. Sea Foods: Chemistry, Processing Technology and Quality. Blackie Academic and Professional. Chapman & Hall.
- Sikorski, Z.E. 1990. Seafood: Resources, Nutritional Composition, and Preservetation. CRC Press, Inc., Boca Raton, P. 288, Florida. 41-44.
- Simopoulos, A.P. 2000. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. Poultry Sci. 79, 7, 961 – 970.

- Skujins, S. 1998. Hand Book for ICP-AES (Varian-Vista) Ashort Guide To Vista Series ICP-AES Operation. Varian Int. AG, Zug, Version 1.0, Switzerland.
- Steffens, W., Rennert, B., Wirth, M. and Kruger, R. 1999. Effect of Two Lipid Levels on Growth, Feed Utilization, Body Composition and Some Biochemical Parameters of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792). J. Appl. Ichthyol 15, 159-164.
- Storebakken, T. and Austreng, E., 1987. Ration level for salmonids I. Growth, survival, body composition, and feed conversion in Atlantic salmon fry and fingerlings Aquaculture, Vol. 60, 189-206.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.T. and Dugan, L.R. Jr. 1960. A Distillation Method for the Quantative Determination of Malonaldehyde in Rancid Foods. Journal of American Oil Chemist's Society, 37, 44-48.
- Tokur, B., Çaklı, Ş. ve Polat, A. 2006. Sebze sosu ile kaplanmış alabalık (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792)'ın dondurarak depolama (-18°C) boyunca kalitesindeki değişimler. E. Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23, (3-4): 345-350.
- Toldrá, F., Miralles, M.C. and Flores, J. 1992. Protein extractability in dry-cured ham, Food Chemistry 44, pp. 391-394.
- Turan, H., Kaya, Y. ve Sönmez, G. 2006. Balık etinin besin değeri ve insan sağlığındaki yeri. E. Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23, Ek (1/3): 505-508.
- Turchini, G. M., Mentasti, T., Froyland, L., Orban, E., Caprino, F., Moretti, V.M. ve Valfré, F. 2003. Effects of alternative dietary lipid sources on performance , tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory charecteristics in brown trout (*Salmo trutta* L.) Aquaculture 225, 251-267.
- Turini, M.E., Crozier, G.L., Doment-Hughes, A. and Richelle, M.A. 2001. Short-term fish oil supplementation improved innate immunity, but increased ex vivo oxidation of LDL in man- apilot study. European Journal of Nutrition; 40, 2, 56-66.
- Uysal, İ., Çaklı, Ş. ve Çelik, U. 2002. Kültür şartlarında ekstruder pelet yemle beslenen Abant Alabalığı (*Salmo trutta abanticus* T., 1954) ile Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792)'nın biyokimyasal kompozisyonları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi Cilt 19, sayı (3-4): 447 – 454.
- Ünlüsayın, M., Kaleli, S. ve Gülyavuz, H. 2001. The determination of flesh productivity and protein components of some fish species after hot smoking. Journal of Food and Agriculture 81:661-664 (online: 2001).
- Valfre, F., Caprino, F. and Turchini, G.M. 2003. The health benefit of Seafood. Veterinary Research Communications, 27 Suppl. 1, 507-512.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. ve Gün H. 1993. Su ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri, İstanbul. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 17.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. ve Baygar, T. 2004. Su ürünleri işleme teknolojisi, İstanbul 2004. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4465, Su Ürünleri Fakültesi No: 7.
- Yılmaz, M., Ciğermiş, Y., Türköz, Y. ve Gaffaroğlu, M. 2005. Sarkoplazmik protein elektroforezi ile orthrias insignis euphraticus (Banarescu and Nalbant, 1964) ve cyprinion macrostomus (Heckel, 1843) taksonomisinin incelenmesi. G. Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 18 (1): 61-68.

EKLER

Ek 1 Er-Su Alabalık Üretme Çiftliği Su Analiz Raporu

Ek 2 Duyusal Analiz Değerlendirme Formu

Ek 1 Er-Su Alabalık Üretme Çiftliği Su Analiz Raporu

KÜLTÜR BALIKÇILIĞI SU ANALİZ RAPORU

İZMİR İLİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ
İL MÜDÜRLÜĞÜ

RAPOR SAYISI 21
RAPOR TARİHİ 14.12.1992

Analiz İstasyonunun Adı At. İla
Adı Soyadı
İli ve İlçesi
Köyü
Muhafesi

No	Kanal	Tud	Rank	Zincirlik	PH	Küme Sıcaklık F.S.	Toksikite ppm	Elektronik EC x 10 ³ 25°C	KATYONLAR mg/l				ANYONLAR mg/l				Güçlendirici Oksijen O ₂ mg/l	Sıcaklık CO ₂ mg/l	NH ₃ mg/l	Organik Maden ppm/l	ESERİ ELEMENTLER ppm			
									Na	Ca	Mg	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄					Br	Fe	S ₂ O ₃	Cl ⁻
1	Kültür	Normal	-	512246	7.0	25.5		0.750	11.5	227.2		2.7	0.00	335.3	7.3	45.1			10.8	1.50	0.1			

İZAHAT :

SUYUN CİNSİ	
SUYUN DEBİSİ (l/s)	
SİCAKLIK C°	
MAĞAZA	ORTAAMA

KONTROL YAPAN
AD SOYADI
İMZA

ANALİZ YAPAN
AD SOYADI
İMZA

TASDİK GİZ
TARİHİ
MÜHÜR VE

Ek 2 Duyusal Analiz Değerlendirme Formu

GÖKKUŞAĞI ALABALIK ETİ DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

PANELİSTİN ADI : _____

TARİH : // 2007

Tadıma başlamadan önce ve tadım arasında bir önceki örnekten ağızınızda kalan tadı su, elma suyu ve ekmekle giderin.

Her bir örnek ve duyusal özellik için aşağıda belirtilen sıkaladan bir numara kodlamayı unutmayın.

DUYUSAL ÖZELLİK	ÖRNEK KODU									
	101	103	105	107	109	201	203	205	207	209
LEZZET										
TEKSTÜR										
GENEL BEĞENİ										

8- Mükemmel

7- Çok iyi

6- Orta derecede iyi

5- Az derecede iyi

4- Az derecede kötü

3- Orta derecede kötü

2- Çok kötü

1- Son derece kötü

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nurten BEYTER

Doğum Yeri: Zonguldak

Doğum Tarihi: 14.04.1968

Medeni Hali: Evli

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : TED. Ankara Koleji (1986)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü (1990)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (1993)

Çalıştığı Kurum ve Yıl : Başkent Üniversitesi, 1997

Yayınları (SCI ve diğer):

-**Günaydın N.**, Velioğlu S., Cemeroğlu B., 1995, Doğal Bulanık Elma Sularının Bulanıklık Düzeyi ve Stabilitesine Etki Eden Bazı Faktörler. Gıda Sanayii, 1995, 37, 18-22.

-Yemenicioğlu A., **Günaydın N.**, Cemeroğlu B., 2000. Cloud Stabilization of Naturally Cloudy Apple Juices by Heat Treatments. Fruit Processing, 7, 278-282.