

**KALKAN BALIĞI (*Psetta maxima*) YEMİNDE ASPİR
YAĞI KULLANIMININ BÜYÜME, YEM
DEĞERLENDİRME VE VÜCUT KOMPOZİSYONU
ÜZERİNE ETKİSİ**

**MEHMET ŞÜKRÜ ALTUNDAĞ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI**

T.C
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KALKAN BALIĞI (*Psetta maxima*) YEMİNDE ASPİR YAĞI
KULLANIMININ BÜYÜME, YEM DEĞERLENDİRME VE VÜCUT
KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ

MEHMET ŞÜKRÜ ALTUNDAĞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. SERAP USTAOĞLU TIRIL

SİNOP-2010

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 14/09/2010 tarihinde yapılan sınav ile Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Yrd.Doç.Dr. Mehmet Emin ERDEM



Üye : Yrd.Doç.Dr. Serap USTAOĞLU TIRIL



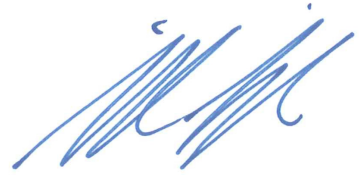
Üye : Yrd.Doç.Dr. Seval DERNEKBAŞI



ONAY :

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

13./10/2010



Doç.Dr. İsmihan KARAYÜCEL
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

KALKAN BALIĞI (*Psetta maxima*) YEMİNDE ASPİR YAĞI KULLANIMININ BÜYÜME, YEM DEĞERLENDİRME VE VÜCUT KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET

Bu araştırmada, yağ kaynağı olarak aspir yağı ve balık yağı içeren yemlerin kalkan balığında (*Psetta maxima*) büyüme, yem değerlendirme ve vücut kompozisyonu üzerine etkisi incelenmiştir. Ortalama canlı ağırlıkları 62.21 ± 1.28 g olan kalkan balıkları için, % 100 balık yağı ve % 100 aspir yağı içeren izonitrojenik ve izokalorik (% 54 ham protein ve % 13 ham yağ) iki deneme yemi hazırlanmış ve 104 gün boyunca balıklar bu yemlerle beslenmiştir.

Deneme sonunda bireysel canlı ağırlık artışı aspir yağı grubunda 62.34 g, balık yağı grubunda 52.23 g olarak bulunmuştur. Spesifik büyüme oranı aspir yağı içeren yemle beslenen grupta 0.65 ± 0.04 , balık yağı ile beslenen grupta 0.58 ± 0.03 bulunmuştur. Aspir yağı içeren yemle beslenen balıklarda yem değerlendirme sayısı 0.90 iken balık yağı içeren yemle beslenen balıklarda 1.07 olarak tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Balık etindeki yağ asiti kompozisyonları, deneme yemlerinde tespit edilen yağ asiti kompozisyonlarını yansıtmıştır. Etteki yağ asitleri içerisinde en fazla bulunan yağ asitlerinin palmitik asit (C16:0), oleik asit (C18:1 ω 9), linoleik asit (C18:2 ω 6) ve dekosahegzaenoik asit (C22:6 ω 3) olduğu belirlenmiştir. Doymuş yağ asitleri ile toplam tekli, ω 3 ve ω 6 doymamış yağ asidi gruplarının oranları arasında önemli farklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Bu çalışmada, kalkan balığı yeminde balık yağının tamamı yerine aspir yağı kullanımının balıklarda büyüme ve yem değerlendirme üzerinde herhangi bir olumsuz etki yaratmadığı tespit edilmiş olup, büyüme performansına ilişkin elde edilen değerler balık yağı kullanıldığında elde edilen değerlerle çok yakın bulunmuştur. Ancak aspir yağı içeren yemle beslenen balıkların yağ asiti kompozisyonunda bazı değişimler tespit edilmiş olup bundan sonraki çalışmalarda aspir yağı ile balık yağı ve diğer bitkisel yağların birlikte kullanım imkânlarının araştırılmasının yararlı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kalkan balığı (*Psetta maxima*), aspir yağı, büyüme performansı, yem değerlendirme, yağ asitleri

EFFECT OF SAFFLOWER OIL ON GROWTH, FEED CONVERSION AND BODY COMPOSITION IN TURBOT (*Psetta maxima*)

ABSTRACT

In this research, the effects of the diets that contain safflower oil and fish oil as lipid source on growth, feed conversion and body composition in turbot (*Psetta maxima*) were investigated. Two isonitrogenous and isocaloric diets (54% protein and 13% lipid) were prepared that include 100% fish oil and 100% safflower oil for turbot with average weight 62.21 ± 1.28 g and fish were fed with these diets for 104 days.

At the end of the experiment, weight gain was obtained as 62.34 g and 52.23 g in the safflower oil group and fish oil group, respectively. Specific growth rate was calculated as 0.65 ± 0.04 in the safflower oil group and 0.58 ± 0.03 in fish oil group. Feed conversion ratio was 0.90 ± 0.02 in fish fed the diet contains safflower oil and 1.07 ± 0.03 in fish fed the diet contains fish oil ($p < 0.05$).

Fatty acid composition of fish body reflected the fatty acid composition determined in the experimental diets. The amounts of palmitic acid (C16:0), oleic acid (C18:1 ω 9), linoleic acid (C18:2 ω 6) and docosahexaenoic acid (C22:6 ω 3) were determined as the most in the fatty acids present in the fish body. Significant differences between the rates of saturated fatty acid and mono, ω 3 and ω 6 unsaturated fatty acid groups were determined ($p < 0.05$).

In this research, it was confirmed that the usage of safflower oil instead of fish oil in turbot feed did not generate any harmful effects on growth and feed conversion and the values regarding to the growth performance were found so close to the values of fish oil group. However, some changes were observed in fatty acid composition of fish body and results indicated that usage of safflower oil and fish oil with other plant oils should be investigated in further studies.

Key words: Turbot (*Psetta maxima*), safflower oil, growth performance, feed intake, fatty acids

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında yardımını ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Yrd.Doç.Dr. Serap USTAOĞLU TIRIL'a, Öğr.Gör. Fikret ALAGİL'e, deneme süresince her türlü desteği esirgemeyen Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü'ne, tez yazımında ve uygulamasında yardımlarını esirgemeyen; Enstitü Müdürü Dr. Atilla ÖZDEMİR, Binnur CEYLAN, Dr. Gülnur ÖZDEMİR, Hamza POLAT, İlyas KUTLU, Murat DAĞTEKİN, Hakan IŞIDAN, Ercan KÜÇÜK, İlhan AYDIN, Sebahattin KUTLU, Gülsüm BALÇIK MISIR, Oğuzhan EROĞLU, Atila HAŞİMOĞLU ve Ümit ÇALIK'a deneme için gerekli olan yemin yapımında yardımlarını esirgemeyen, Yüksek Lisans Öğrencileri Olcay KIRIKOĞLU, Dilara KAYA, Gökçe ÜNSAL, Aysun GARGACI, Recep ÖZTÜRK, Murat KERİM, Ayşe PARLAK, Özgür TÜRÜK, Serpil YAVUZ, çok değerli arkadaşım M. Esra MAVİŞ'e, yem hammaddelerinin sağlanmasındaki yardımlarından dolayı SİBAL Plastik ve Su Ürünleri San. Tic. A.Ş'den Feraye BERKAY YAĞCI, Özgür Koca'ya, maddi ve manevi olarak her zaman desteklerini gördüğüm değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Kalkan Balığının Sistematikteki Yeri	5
2.2. Kalkan Balığının Morfolojisi ve Anatomisi	5
2.3. Yayılışı Ve Biyolojik Özellikleri	7
2.4. Üreme Özellikleri	8
2.5. Kalkan Balığı Yetiştiriciliği	9
2.6. Aspir (<i>Carthamus tinctorius</i> L.)	10
2.7. Yağ Asitleri	11
3. LİTERATÜR ÖZETİ	15
4. MATERYAL ve YÖNTEM	20
4.1. Materyal	20
4.1.1. Deneme Yeri	20
4.1.2. Balık Materyali	20
4.1.3. Yem Materyali	20
4.1.4. Deneme Tankları	23
4.2. Yöntem	23
4.2.1. Deneme Süresi	23
4.2.2. Deneme Düzeni	23
4.2.3. Yemleme	24
4.2.4. Boy Ağırlık Oranının Ölçülmesi	25
4.2.5. Balık Ölümlerinin Saptanması	25
4.2.6. Kondüsyon Faktörünün Hesaplanması	25
4.2.7. İstatistiksel Analizler	25
4.3. Sulda Fiziksel ve Kimyasal Analizler	25

4.3.1. Nitrit Tayini	26
4.3.3. Amonyak Tayini	26
4.4. Balık Etinde ve Yemde Protein Analizi	26
4.5. Balık Eti ve Yemde Yağ Analizi	27
4.6. Balık Eti ve Yemde Yağ Asitleri Analizi	28
4.7. Balık Etinde ve Yemde Nem Tayini	28
4.8. Balık Etinde ve Yemde Kül Tayini	28
4.9. Bulguların Değerlendirilmesi	29
5. BULGULAR	30
5.1. Su Parametrelerine İlişkin Bulgular	30
5.2. Canlı Ağırlık Artışlarına İlişkin Bulgular	30
5.3. Yem Değerlendirme Sayısına İlişkin Bulgular	32
5.4. Yaşama Oranlarına İlişkin Bulgular	34
5.5. Kondüsyon Faktörüne İlişkin Bulgular	34
5.6. Balıkların Kimyasal Yapısına İlişkin Bulgular	35
6. TARTIŞMA	46
7. SONUÇ	55
8. KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	69

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

C14:0	Miristik Asit
C16:0	Palmitik Asit
C16:1	Palmitoleik Asit
C18:0	Stearik Asit
C18:1 ω 9c	Cis-Oleik Asit
C18:2 ω 6c	Cis-Linoleik Asit
C18:2 ω 6t	Trans-Linoleik Asit
C18: 3 ω 3	Linolenik Asit
C18:3 ω 6	Linoleik Asit
C18:3 ω 6 γ	Gama-Linoleik Asit
C20:0	Araşidik Asit
C20:1	Eikosanoik Asit
C20:4 ω 6	Araşidonik Asit
C20:5 ω 3	Eikosapentaenoik Asit
C22:6 ω 3	Dokosahegzanoik Asit
C24:1	Nervonik Asit
SAFA	Doymuş Yağ Asitleri
MUFA	Tekli Doymamış Yağ Asitleri
PUFA	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
HUFA	Aşırı Doymamış Yağ Asitleri
ω	Omega
EPA	Eikosapentaenoik Asit
DHA	Dekosahegzanoik Asit
Σ	Toplam
GC	Gaz Kromatografisi

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Kalkan balığı (Karadeniz kalkanı), <i>Psetta maxima</i>	6
Şekil 2.2 Aspir (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) bitkisi	10
Şekil 4.1. Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Kapalı Devre Tesisi	20
Şekil 4.2. Denemede Kullanılan Tanklar	23
Şekil 5.1. Denemede kullanılan balıkların canlı ağırlık artışları	31
Şekil 5.2. Deneme başı ve deneme sonunda gruplara ait ortalama canlı ağırlıklar	32
Şekil 5.3. Gruplara göre aylık yem değerlendirme sayısı değerleri	33
Şekil 5.4. Gruplara göre aylık yem etkinlik değerleri	33
Şekil 5.5. Gruplara göre aylık kondüsyon faktörü değerleri	35
Şekil 5.6. Denemede kullanılan kalkan balıklarında; Miristik asit (C14:0, a), Palmitik asit (C16:0, b), Stearik asit (C18:0, c), Araşidik asit (C20:0, d), miktarları.	39
Şekil 5.7. Denemede kullanılan kalkan balıklarında toplam SAFA dağılımı (%)	39
Şekil 5.8. Denemede kullanılan kalkan balıklarında; Palmitoleik Asit (C-16:1,a), Cis-Oleik Asit (C-18:1ω9-c,b), Cis-11-Eikosenoik Asit (C-20:1,c), Nervonik Asit (C-24:1,d), miktarları	40
Şekil 5.9. Denemede kullanılan kalkan balıklarında toplam MUFA dağılımı (%)	41
Şekil 5.10. Denemede kullanılan kalkan balıklarında; Linolenik Asit (C-18: 3ω-3), Cis Cis-5,8,11,14,17-Eikosapentaenoik Asit – EPA (C-20:5ω3), Cis-4,7,10,13,16,19-Dokosahekzanoik Asit-DHA(C-22:6ω3), miktarları	42
Şekil 5.11. Denemede kullanılan kalkan balıklarında toplam ω3 dağılımı (%)	42
Şekil 5.12. Denemede kullanılan kalkan balıklarında; Cis-Linoleik Asit (C-18:2ω6-c), Trans-Linolelaidik Asit (C-18:2ω6-t), Gama-Linolenik Asit (C-18:3ω6-γ), Linoleik Asit	

(C-18:3 ω 6), Araşidonik Asit (C-20:4 ω 6) miktarları	44
Şekil 5.13. Denemede kullanılan kalkan balıklarında toplam ω 6 dağılımı (%)	45

ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa No
Çizelge 4.1. Denemede kullanılan yem hammaddeleri ve rasyon yapısı (g)	21
Çizelge 4.2. Denemede kullanılan yemin analiz sonuçları (%)	21
Çizelge 4.3. Denemede kullanılan yemlerin yağ asitleri değerleri (%)	22
Çizelge 4.4. Deneme gruplarındaki balık miktarları ve deneme başı ortalama canlı ağırlıkları (g)	24
Çizelge 5.1. Deneme süresince saptanan su sıcaklığı (°C), pH, O ₂ (mg/l), amonyak, nitrit, nitrat değerleri	30
Çizelge 5.2. Gruplara ait deneme başı ve sonunda ortalama bireysel canlı ağırlık, bireysel canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı ve canlı ağırlıkça büyüme oranları	31
Çizelge.5.3. Deneme gruplarındaki balıkların yem değerlendirme sayısı ve yem etkinlik değerine ait sonuçlar	32
Çizelge 5.4. Deneme başı ve sonunda gruplarda tespit edilen kondüsyon faktörleri	34
Çizelge 5.5. Deneme başı ve deneme sonunda gruplardaki balıkların vücut kompozisyonları	36
Çizelge 4.6. Balık etindeki yağ asidi değerleri	37

1.GİRİŞ

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) istatistiklerine göre 2007 yılında dünyada su ürünleri üretimi 140 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Üretimin 90 milyon tonu avcılık yoluyla, 50 milyon tonu ise yetiştiricilik yoluyla gerçekleştirilmiştir. Avcılıkla elde edilen üretimin 80 milyon tonu denizlerde, 10 milyon tonu iç sularda gerçekleştirilmiştir. Yetiştiricilikten elde edilen miktarın ise 31 milyon tonu iç sularda, 19 milyon tonu ise denizde yapılan yetiştiricilikten elde edilmiştir. Yetiştiriciliği en fazla yapılan türler sırasıyla 4.2 milyon ton ile pasifik istiridyesi (*Crassastrea gigas*), 3.7 milyon ton ile gümüş sazani (*Hypophthalmichthys molitrix*), 3.6 milyon ton ile ot sazani (*Ctenopharyngodon idella*), 3 milyon ton ile manila kum midyesi (*Ruditapes philippinarum*), 2.8 milyon ton ile doğal sazandır (*Cyprinus carpio*). Toplam su ürünleri üretiminin 113 milyon tonu insan gıdası olarak, 27 milyon tonu ise gıda dışında (balık unu - yağı üretimi) kullanılmıştır. (FAO, 2009).

Ülkemizde ise TÜİK verilerine göre 2008 yılı su ürünleri üretimi 646000 ton olarak gerçekleşmiştir. Üretimin 494000 tonu avcılık yoluyla, 152 bin tonu ise yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. Yetiştiricilikten elde edilen miktarın 66.5 bin tonu iç sularda, 85.5 bin tonu ise denizlerde yapılan yetiştiricilik ile elde edilmiştir. Yetiştiriciliği en çok yapılan türler 68.6 bin tonluk üretim ile alabalık, 49.0 bin ton ile levrek ve 31.6 bin ton ile çipuradır. 646 bin ton su ürünleri üretiminin 555 bin tonu iç tüketimde kullanılırken, 95 bin tonu ise balık unu-yağı fabrikalarında değerlendirilmiştir (TÜİK, 2009). Karadeniz Bölgesi'nde kalkan balığı başta olmak üzere Karadeniz alabalığı, mersin balığı gibi türler yetiştiricilikte alternatif türler olarak görülmektedir. Kalkan, *Psetta maxima*, (*Scophthalmus maximus*) Norveç'ten Avrupa'nın Atlantik kıyıları boyunca Akdeniz ve Karadeniz'e kadar yayılan, yüksek ekonomik değeri nedeniyle birçok ülkede yetiştiriciliği yapılan bir türdür. Kalkan balığı ile yapılan çalışmalar çoğunlukla yetiştiriciliğin en hassas dönemi olan larva evresinde yoğunlaşmış olmakla birlikte besi evresini içeren çalışmalar da mevcuttur.

Kalkan balığı yetiştiriciliği konusunda en eski bilgi 20. yüzyılın başında sağımla yumurta elde edildiğinin bildirilmesine ilişkindir. Kalkan balığı yetiştiriciliği üzerine bilimsel çalışmalar 1970'li yıllarda İngiltere ve Fransa'da yapılmaya başlanmıştır. İspanya'da ise ilk yetiştiricilik denemeleri 1980'li yılların başında gerçekleşmiştir.

Günümüzde halen birçok ülkede kuluçkahanede kalkan balığı üretim teknikleri üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Arnaiz, 1994).

Kalkan balığının çevresel istekleri konusunda çok fazla araştırma olmamakla birlikte, mevcut çalışmalara göre 2-30°C arasında değişen su sıcaklığına ve ‰ 10-40 tuzluluğa toleranslı olduğu, optimum büyüme için gerekli olan su sıcaklığının ise 15-19°C olduğu bilinmektedir. Karasal ortamlardaki yetiştiricilikte 1 m derinliğinde ve 70-130 m³ hacminde beton, PVC gibi malzemelerden yapılmış havuz veya tanklar kullanılırken, denizde 1-2 m derinliğinde çeşitli ebatlarda ağ kafesler kullanılmaktadır (TÜGEM, 1993).

Karadeniz kalkan balığında yavru üretimi ile ilgili çalışmalar Rusya ve Ukrayna'da 1990 yılında başlatılmıştır (Maslova, 2002). Sovyetler Birliği'nin dağılması ile çalışmalar aksamış ve kuzeyde geliştirilmiş olan teknoloji Türkiye'ye transfer edilememiştir. Ancak, ülkemizde 1997 yılında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ile Japon Uluslararası İşbirliği Kuruluşu (JICA) arasındaki bir işbirliği anlaşması kapsamında başlayan proje ile Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde kalkan balığında kontrollü döl alım ve büyütme çalışmaları başlatılmıştır (Çiftçi ve ark., 2002). Enstitüde sürdürülen çalışmalarda kalkan balığının üretim tekniklerinin geliştirilmesi ve anaç stoku oluşturulmasına yönelik olarak sürdürülen çalışmalarda başarılı sonuçlar alınmıştır.

Ülkemizde balık yetiştiriciliği sektöründe son yıllarda hem yetiştiriciliği yapılan türlerdeki çeşitliliğin artması hem de üretim miktarındaki artışa rağmen henüz istenilen düzeye ulaşamamıştır. Üretimi sınırlayan önemli faktörlerin başında temininde yurtdışına bağımlı olunan ve balık yemlerinin büyük kısmını oluşturan hammaddelerin (balık unu, balık yağı ve soya ürünleri gibi) fiyatlarındaki artışlar nedeniyle yem maliyetinin yükselmesi gelmektedir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde amaç, ekonomik ve kaliteli ürün elde etmektir. Bunun gerçekleştirilebilmesi için yetiştirilen canlının besin maddesi (protein, vitamin, mineral), enerji ve çevresel (su kalitesi) gereksinimlerinin mümkün olduğunca optimuma yakın düzeyde karşılanması gerekir (Şahin ve Üstündağ, 2003). Ekonomik balık üretimi için yemlerde yeterli miktarda enerji sağlanması zorunludur. Yemdeki aşırı enerji ise yağlanma ve et kalitesinin bozulmasına yol açar. Balık vücudunun biyokimyasal kompozisyonu sabit olmayıp, protein, yağ, karbonhidrat ve su oranı,

besleme koşulları, besin kalitesi ve miktarına göre değişir. Yem tüketiminin artması ile de vücutta depolanan yağ oranında artış olabilir (Regost, 2001).

Balıklarda protein ihtiyacı genel olarak türlere göre değişmekte olup yassı balıklar arasında da protein ihtiyaçları bakımından farklılık bulunmaktadır. Protein ihtiyacının dil balığı (*Pleuronectes platessa*) için % 50 (Cowey ve ark., 1972), kalkan balığı (*Scophthalmus maximus*) için % 69.8 (Caceres-Martinez ve ark., 1984), halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) için % 51 (Helland ve Grisdale-Helland, 1998) ve pisi balığı (*Paralichthys olivaceus*) için ise % 50 (Lee ve ark., 2000) olduğu tespit edilmiştir.

Yağlar diğer besin maddelerinden daha fazla enerji içerir ve balıklar tarafından etkin bir şekilde enerji kaynağı olarak kullanılır. Ayrıca, belirli bir seviyeye kadar yemde yağ olması yemin balık için albenisini artırır. Proteinler ise yemlerin en pahalı bileşenleri olduklarından ekonomik yönden ideal olan proteinin enerji amacıyla değil sadece vücut proteini yapımında kullanılmasıdır (Jobling, 1995).

Dünyada sürekli artan nüfus ve paralel olarak artan protein ihtiyacı gibi nedenlerden dolayı su ürünlerine olan talep artmakta ve dolayısıyla su ürünleri yetiştiricilik sektörü de gün geçtikçe gelişmektedir. Balık yetiştiriciliği sektörünün hızla gelişmesi, yemlerin temel içeriği olan balık unu ve yağına olan talebin artmasına neden olmaktadır. Bu durum, balık stokları üzerinde olumsuzluklara neden olduğu gibi, yem üretim maliyetlerinde de önemli artışlara yol açmaktadır. Ayrıca balık yağının, insan beslenmesinde ve karasal hayvan yemlerinde de kullanılmasından dolayı kullanım alanı artarken, buna paralel olarak dünya genelindeki miktarı azalmaktadır. 2004 yılında, dünyada 1.2-1.4 milyon ton arasında olan balık yağı üretiminin % 60'ı balık yemi sanayinde kullanılmıştır. 2010 yılında, balık yem sanayisinde kullanılacağı tahmin edilen balık yağı miktarının (0.9 milyon ton), dünyadaki toplam balık yağı miktarının % 80-90'nını bulacağı tahmin edilmektedir. Bu sebeplerden dolayı, balık yağına alternatif bir yağ kaynağının bulunması zorunluluk olmuştur (Izquierdo ve ark., 2003; Tacon, 2004; Montero ve ark., 2005).

Su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe işletme masraflarının % 60-70 ile en yüksek kısmını oluşturan yemlerde kullanılan en önemli yağ kaynaklarından balık yağının kullanım oranını azaltabilecek, hesaplı, sağlıklı, balığın yağ asidi ihtiyacını karşılayabilecek yağ kaynaklarının bulunması, hem ülke ekonomisine katkı sağlamak

hem de sektördeki yüksek girdileri azaltmak bakımından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, son yıllarda balık besleme alanında, temini kolay, ekonomik ve yağ asitlerince zengin bitkisel yağ kaynaklarının (soya, mısır, ayçiçeği, keten tohumu vb.) değerlendirilmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar, omega-3 serisi yağ asitleri açısından zengin olan bitkisel yağların, tatlı su balıklarında, büyümeyi artıran ve vücut yağ asidi kompozisyonunu olumsuz etkilemeyen alternatif yağ kaynakları olduğunu, deniz balıklarının yemlerinde ise bitkisel yağların belli oranlarda (% 60'a kadar) kullanılmasının uygun olduğunu göstermiştir (Yaman Dernekbaşı, 2008).

Geleneksel bitkisel yağ çeşitleri arasında aspir yağı en yüksek linoleik asit (% 80) içeriğine sahip yağlardandır. Çeşitli ıslah çalışmaları neticesinde zeytinyağında olduğu gibi yüksek ve orta oleik asit ile ayrıca yüksek stearik asit içeren çeşitler geliştirilmiştir. Oleik asit içeriği yaklaşık % 75'e ve stearik asit içeriği % 10'a kadar yükseltilmiştir. Diğer doymuş yağ asitlerinden palmitik asit içeriği ise genelde % 4-10 civarında değişmektedir (Demirci ve ark., 2003).

Dünyada yaklaşık 30 yıldır yetiştiriciliği yapılmasına rağmen, kalkan balığında besleme alanında ve balık etinin kimyasal yapısına ilişkin çalışmalar oldukça azdır. Bu yüzden bu çalışmada balık yemlerinde balık yağına alternatif olabilecek ya da yemlerde balık yağının bir kısmı yerine kullanılacak potansiyele sahip, Türkiye'de tarımı yapılan ve Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nca ekimi teşvik edilen, temini kolay ve balık yağına göre düşük maliyetli aspir yağının, yine Türkiye'de yetiştiriciliğine son yıllarda artan ilgi duyulan kalkan balığı (*Psetta maxima*) yemlerinde kullanılabilirliği ve balık etinin kimyasal yapısına etkisi araştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kalkan Balığının Sistematikteki Yeri

Phylum (Alem) : Vertebrata

Subphylum (Alt alem) : *Pisces* (Balıklar)

Classis (Sınıf) : *Osteichthyes* (Kemikli Balıklar)

Ordo (Takım) : *Pleuronectiformes* (Yassı Balıklar)

Familya (Aile) : *Scophthalmidae* (Kalkan Balıkları)

Genus (Cins) : *Psetta* (*Scophthalmus*)

Species (Tür) : *Psetta maxima (maeotica)* (Linnaeus, 1758)

Scophthalmus maximus (maeotica) (Pallas, 1811)

Türkçe isim: Kalkan, Karadeniz kalkanı, çivili kalkan.

Kalkan balığının sistematikteki yerine ilişkin Akşiray (1954), Slastenenko (1956), Fisher ve ark., 1987, Mater ve ark., 1989 tarafından yapılan taksonomik sınıflandırmalar yetersizdir ve henüz tamamlanmamıştır. Karadeniz kalkanı, Amoaka ve ark., 2001 tarafından *Psetta maxima* olarak ifade edilirken, Froese ve Pauly (2007), tarafından *Psetta maxima maeotica* olarak isimlendirilmektedir. Karadeniz’de yaşayan kalkan balığı *Psetta maxima maeotica* ve *Scophthalmus maximus* türlerinin aynı tür içinde değerlendirilmesinin en ılımlı yaklaşım olduğu ifade edilmektedir (Chanet, 2003). Bu yüzden, *Scophthalmus* ve *Psetta* cins isimleri birbirleri yerine kullanılabilirler (Aydın, 2008).

2.2. Morfolojisi ve Anatomisi

Karadeniz için karakteristik olan kalkan balığı, yassı, dairesel bir şekle sahiptir. Vücut yassılaştırmış olup, gözler metamorfoz sonucu vücudun pigment içeren sol tarafında yer almıştır. Erginlerde vücut üzerinde iyi gelişmiş kemiksi dikenler vardır. Vücut yüksekliği başın uzunluğundan daha fazla ve vücut uzunluğunun yarısından fazladır (Yaklaşık % 56.9). Yaş ilerledikçe vücut genişliği artar. Genç bireylerde vücut yüksekliği daha az olup, başın uzunluğu vücut uzunluğunun % 29.9’u kadardır. Yanal çizgi çok belirgin olup, gözlerin hizasından başlayarak pektoral yüzgecin bitimine kadar kavisli, ondan sonra düz bir şekilde kuyruk yüzgeci başlangıcında sona erer. Ağız hafif dorsal konumlu olup, çeneler birçok sıra oluşturan dişler ile örtülüdür. Dudaklarda ince

ve sertleşmiş halkalar bulunur. Burun delikleri gözlerin önünde yer alır (Şekil 1) (Slastenenko, 1956; Fisher ve ark., 1987).



Şekil 2.1. Kalkan balığı (Karadeniz kalkanı), *Psetta maxima*

Deri kalın ve kaygandır. Vücudun alt tarafı beyaz, bazen de kahverengi-siyah lekeli olabilir. Vücut rengi üst tarafta esmer-boz ya da kırmızı boz olup, bazı formlarda hiçbir leke bulunmaz. Bazılarında ise vücudun belirli ya da çeşitli yerlerine dağılmış olarak irili ufaklı, koyu kahverengi veya siyahımsı noktalar, halka şeklinde lekeler veya hareler bulunur (Akşiray, 1954; Slastenenko, 1956; Fisher ve ark., 1987). Kalkan balığı bulunduğu ortama göre renk değişimi göstermektedir (Amoaka ve ark., 2001).

Yüzgeçler genellikle esmer-grimsi renkte olup, tamamen lekesiz veya belirli yerlerinde koyu esmer-siyahımsı lekeler taşıyabilir. Dorsal yüzgeç burun bitiminden, kuyruk yüzgeci kaidesine kadar kesiksiz olarak uzar. Dorsal yüzgecin bitiminden itibaren başlayan yelpaze şeklinde bir kuyruk yüzgeci mevcuttur. Anal yüzgeç, ağız bitiminden başlayarak kuyruk yüzgeci kaidesine kadar devam eder. *Psetta maxima*'nın ulaşabileceği maksimum uzunluk 85.0 cm olarak bildirilmektedir (Akşiray, 1954; Slastenenko, 1956; Fisher ve ark., 1987).

2.3. Yayılışı ve Biyolojik Özellikleri

Kalkan balığı, kuzey-batı Afrika kıyıları boyunca başlayıp Avrupa'nın Atlantik kıyıları boyunca uzanan bölgede, Akdeniz'de ve Karadeniz'de görülmektedir (Liewes 1984; Amoaka ve ark., 2001).

Ergin kalkan tipik bir dip balığıdır. Kumsal ve çamurlu olan zeminleri daha çok tercih etmekle birlikte taşlık zeminlerde de rastlanabilmektedir. Karadeniz'in midye biyobentosunda ve buna bağlı üst tabakası ile bitişik fazeolin çamurunda daha çok yayılım gösterir. Bu saha dar bir şerit halinde kıyı boyunca uzanmakta, Kerç Boğazı ve Odessa Körfezi'nde ise genişlemektedir (Slastenenko, 1956).

Kalkan balıklarının yaşam dönemlerine göre davranış ve buldukları ortam değişmektedir. Yumurtadan çıkan larvalar yaz boyunca denizin açıklarında, 18-25°C'de su sütununun üst tabakalarında bulunurlar. Bu devrenin ilk iki ayında pelajik olan larvalar zooplankton ile beslenir. Metamorfozdan sonra yazın ikinci yarısında bentik yaşama geçen larvalar, sığ kıyı sularında, kumlu koylarda toplanarak küçük krustaseler ile beslenirler. Eylül-ekim aylarında, suların soğuması ile birlikte yavru balıklar, kıyından uzaklaşarak 15-20 m derinliğe inerler. Genel olarak henüz eşeyssel olgunluğa ulaşmamış bir veya iki yaşındaki genç bireyler ile, üç yaşındaki balıkların bir kısmı, 15-30 m derinliklerde yayılım gösterirler. Başlıca kabuklular (Krustasea), küçük balık ve balık yavruları (Kaya balığı, hamsi, gümüş balığı vb) ile beslenirler. Ergin ve eşeyssel olgunluğa ulaşmış balıklar ise mevsime ve fizyolojik durumlarına bağlı olarak, Karadeniz'de bütün kıta sahanlığından 120 m derinliğe (H₂S tabakasının başladığı dip yaşamının sınırlarında) kadar dağılım gösterirler. Daha yaşlı olan gruplar derinlerde, genellikle termoklin tabakanın altında ve 80 m derinlikteki soğuk su tabakalarında yaşarlar. Bu balıkların başlıca besinlerini dip ve pelajik balık türleri, kabuklu ve yumuşakçalar oluşturmaktadır. Beslenme faaliyeti, üreme döneminde yavaşlamakta, üreme sonrasında ise yoğunlaşmaktadır (Slastenenko, 1956).

Kalkan balığı, bahar aylarında yumurtlamak üzere kıyı şeridinde doğru, 20-50 m'lere kadar hareket eder ve yaz boyunca burada küçük göçmen balıklar ile beslenir. Kış aylarında ise besin gruplarının yoğunluğuna bağlı olarak 50 ile 140 m derinliğe yönelen kalkan balıkları, yaz aylarında 40-90 m gibi daha sığ suları tercih ederler (Karpetskova, 1980; Ivanov ve Beverton, 1985).

2. 4. Üreme Özellikleri

Kalkan balıkları ilkbaharda kıyı şeridinde, genellikle sahile yakın yerlere 20-50 m derinliklere doğru yumurtlama göçü yaparlar (Ivanov ve Beverton, 1985). Bulgaristan kıyılarında kalkan balıklarının bu davranışları markalama denemeleri ile kanıtlanmıştır (Karpetkova, 1980). Yumurtlama, su sıcaklığına bağlı olarak 8-12°C'de mart-haziran aylarında gerçekleşir (Slastenenko, 1956; Fisher ve ark., 1987). Gordina (1990), Kuzey Karadeniz'de (Sivastopol) yumurtlamanın en yoğun olduğu dönemin, su sıcaklığına bağlı olarak nisan-mayıs veya mayıs ayının sonundan haziran ayının ortalarına kadar süren dönem olarak bildirmiştir. Aynı bölgede, yumurta gelişimi için optimum deniz suyu sıcaklığı, mayıs ayının ilk yarısında yüzeyde 11.5-13.0°C'ler arası, dipte ise 10°C olarak belirlenmiştir (Gordina ve Morochkovskiy, 1995).

Karadeniz'deki kalkan balıklarının ilk eşeyssel olgunluk yaşı, çeşitli bilim adamlarınca farklı olarak bildirilmektedir. Fisher ve ark. (1987), dişi bireylerin eşeyssel olgunluğa 3 veya 4. yılda, nadiren de 2 ve 5 yaşlarında ulaştıklarını ifade etmektedir. Karadeniz'in Türkiye kıyılarında (Sinop) yapılan bir araştırmada, populasyonun (% 94.7) genel olarak eşeyssel olgunluğa 3 yaşında ulaştığı tespit edilmiştir (Erdem, 1997).

Kalkan balığı, pisi ve dil balıkları gibi bir üreme dönemi içerisinde seri olarak, çok defada yumurta bırakan bir türdür. Ovaryumunda üreme mevsimi boyunca değişik büyüklüklerde yumurtalara rastlamak olasıdır (Talikina, 1972; Jones, 1974; Mc Evoy ve ark., 1992). Genel olarak yumurtalarını partiler halinde yaklaşık 10 haftada bırakır. Yumurtlama sıklığı, su sıcaklığı ve gün ışığı süresi ile doğru orantılıdır. Bir sezondaki yumurtlama sıklığı çeşitli araştırmacılar tarafından farklı olarak bildirilmesine karşın ortalama 10-12 batım olarak saptanmıştır (Howell ve Scott, 1989; Mc Evoy, 1989). Atlantik kalkanının (*Scophthalmus maximus* L.) ortalama yumurta sayısı, ergin bireyler için 3.5- 4.2 milyon olarak bildirilmektedir (Jones, 1974; Girin, 1979).

Kalkan balığının yumurtaları pelajik, yumurta kapsülleri düzgün ve küresel, perivitellin mesafesi dar, vitellüsleri homojendir ve posterior konumlu tek bir yağ damlası içerir. İnkübasyon süresi su sıcaklığına bağlı olarak değişmekte olup; 10°C 'de 9- 10 gün, 12°C'de 7 gün ve 14.5°C'de yaklaşık 5 gündür. Yumurtadan yeni çıkmış larva genellikle 2.14-2.80 mm uzunluğundadır. Bu dönemde larvalar planktoniktir ve dalga hareketleri ile kıyıya yakın, yaklaşık 10 m derinlikteki sulara taşınırlar. Larva boyu yaklaşık 6 mm'ye ulaştığında yüzgeç ışınları gelişmeye başlar. Pelajik evre

yaklaşık 60 günde son bulur. Bu safhanın sonunda metamorfoza uğrayan balık dibe göç eder ve gelişimini dipte sürdürür (Russell, 1976).

2.5. Kalkan Balığı Yetiştiriciliği

Dünyada kalkan balığı yetiştiriciliğine ilk olarak 1980'li yıllarda İngiltere'de başlanmış olup daha sonraları Fransa ve İspanya'da devam edilmiştir. Teknolojinin ilerlemesi ve yetiştiriciliğin öneminin artmasıyla birlikte dünyada en çok kalkan balığı yetiştiriciliği yapılan ülke İspanya'dır. Kalkan balığının ekonomik değerinin yüksek olması sebebiyle ülkemizde geleceğin en önemli türlerinden biri olacağı öngörülmektedir.

Üretim sezonunda damızlık balıklar doğadan ve yetiştiricilikten temin edilebilmektedir. Yumurta alımını kontrol ve teşvik etmek için dişilere LHRH-a (Hara ve ark., 1998) ve GnRh-a hormonu (Mugnier, 2001) pelet halinde uygulanmaktadır. Hormon uygulanan dişi damızlıklardan bir ay boyunca her 24 saatte bir yumurta alınmaktadır. Yumurtaların döllenmesinde kuru, yarı kuru ve yaş döllenme metotları kullanılmaktadır (Chereguini ve ark., 1999; Hara, 2002; Maslova, 2002; Kjørsvik ve ark., 2003).

Yumurtadan çıkan larvalara besin olarak 10 adet/ml rotifer verilmektedir (Moteki ve ark., 2001). Larvalar 2. günden 30. güne kadar rotifer ile, 10. günden 45. güne kadar *Artemia* ile, daha sonra ticari toz yemlerle beslenmektedir (Şahin, 2001).

Kalkan balıklarının besi döneminde karaya kurulmuş açık ya da kapalı devre yetiştiricilik sistemleri kullanılmaktadır. Yetiştiricilik sisteminde uygulanan stok yoğunluğu 300 g balıklar için 30–35 kg/m², 750 g ve daha büyük balıklar için 45 kg/m²'dir. Kalkan balıkları tank tabanını kullandıklarından ve birbirlerinin üstlerinde durabildiklerinden yüksek yoğunlukta stoklanabilirler. Yemlemede yüzer yemler tercih edilmektedir. Elle serbest yemleme yapılmalı ve balıklar yemlendikten bir saat sonra yenmeyen yemler sifonlanmalıdır (Person Le-Ruyet, 2002).

Kalkan balığı yetiştiriciliğinde sıcaklık, tuzluluk ve ışık belirleyici faktörlerdir. Atlantik kalkanında optimum sıcaklık 10 g ağırlıktaki bireyler için 16–20°C ve 40–50 g bireyler için 16–19°C'dir. 14°C'nin altındaki ve 20°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda büyüme yavaşlar ve gün geçtikçe durur. Su yüzeyinde 200 lüks ışık büyümede ve yem alımında herhangi bir olumsuzluk yaratmamaktadır. Maksimum büyüme için gerekli

olan minimum oksijen miktarı 6 mg/l'dir. Oksijen miktarı 3 mg/l olduğunda büyüme durmaktadır (Person Le-Ruyet, 2002).

2.6. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)

Aspir; kuraklığa dayanıklı, ortalama 140-160 gün arasında yetişebilen yıllık bir bitkidir. Genellikle 80-120 cm arasında boylanan 2.5-3 m derinliğe inen kazık kök sistemine sahiptir. Dikenli ve dikensiz formları vardır. Sarı, beyaz, krem, kırmızı ve turuncu gibi değişik renklerde çiçeklere sahip beyaz tohumlu bir bitkidir. Çiçekleri gıda ve kumaş boyası olarak kullanılabilir (Anonim, 2010 a).

Aspir; Hindistan, Meksika, A.B.D., Etiyopya ve Avustralya'nın kurak ve yarı kurak bölgelerinde özellikle yağlı tohum olarak yetiştirilen önemli bir yağ bitkisidir. Aspir, dünya yağlı tohum üretiminin sadece % 0.5'ini oluşturmasına rağmen, aspir yağı yüksek linoleik asit içeriği, yüksek iyot değeri, açık sarı rengi ve kendine ait karakteristik hoş tadı sebebiyle bitkisel yağlar arasında önemli bir yer tutmaktadır. Ayrıca, aspir yağı bazı gıdaların hazırlanması, margarin ve mayonez yapımı ile likit yağ olarak oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Aspir yağı, gelişmekte olan ülkelerde önemli bir bitkisel yağ olarak kullanılırken, gelişmiş ülkelerde endüstriyel yağ, renksiz vernikler ve boya üretimi gibi sanayinin çeşitli dallarında kullanılmaktadır (Demirci ve ark., 2003).



Şekil 2.2. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisi (Anonim 2010 b)

Aspir bitkisinin tohumlarının eski çeşitlerinde yaklaşık % 25-37 yağ bulunmakta iken, kabuk içeriği azaltılmış, iç ve yağ oranı yükseltilmiş yeni çeşitlerinde bu oran yaklaşık % 46-47'ye kadar çıkmaktadır (Nagaraj ve ark., 2001).

Aspir bitkisinin diğ er yağ bitkilerine göre düşük yağış alan kurak bölgelere adaptasyonunun kolay olması, bu bitkinin yakın bir gelecekte öneminin artacağı ve tarımının gelişeceği umudunu vermektedir (Beg, 1993). Özellikle kurağa, tuzluluğa ve az da olsa soğ uğa olan yüksek toleransı nedeniyle Türkiye'nin kurak tarım alanlarında değerlendirilebilecek alternatif ürünlerden birisidir. FAO raporlarına göre Türkiye'de ekilebilir tarım alanları arasında 2-2.5 milyon hektarda tuzluluk sorunu yaşanmaktadır. Bu tip sorunlu tarım alanları üzerinde tarımsal faaliyette bulunulmasına izin verebilecek birkaç önemli kültür bitkisinden biri de aspirdir (Francois ve Bernstein, 1964).

Ticari aspir çeşitlerinin tohumlarında % 25-40 arasında yağ bulunmaktadır. Ortalama % 75 oranında linoleik asit (omega-6) içeren aspir yağı, özellikle damar sertliği tedavisinde ve yüksek kan kolesterolünün düşürülmesinde kullanılabilir bitkisel yağlardan biridir (Weiss, 1971). Aspir yağı yemeklik yağ üretimi yanında, ç abuk kuruma özelliği nedeniyle buruşmaya ve yüksek neme dayanıklı boya üretiminde de aranan bir maddedir (Weiss, 1983).

Yüksek oleik asit içeren diğ er yağlı tohumlu bitkilerle birlikte aspir yağının stabilitesi artmış ve endüstriyel kullanım alanı daha da genişlemiştir (Weiss, 2000). Aspirin çiçeklerinden elde edilen *cartharmin*, doğal boya ham maddesi olarak büyük önem taşımaktadır (Nagaraj ve ark., 2001). Ayrıca aspir küspesi bazı hayvansal yemlerde protein kaynağı olarak kullanılmaktadır.

2.7. Yağ Asitleri

Doğ al yağlarda bulunan yağ asitleri genelde dü z zincir türevleri olup doymuş ve doymamış yağ asitleri olmak üzere 2 şekilde sınıflandırılır.

Karbon- karbon atomları arasında tek bir kovalent bağdan oluşan (Nas ve ark., 2001) ve oda sıcaklığında genelde katı olan yağ asitleri (Anonim, 2004) doymuş yağ asitleri olarak adlandırılır. Bu yağ asitlerince zengin olan yağlara da doymuş yağlar denir.

Laurik asit (C12:0), Miristik asit (C14:0), Palmitik asit (C16:0), Stearik asit (C18:0), Araşidik asit (C20:0) ve Behenik asit (C22:0) bitkisel yağlarda bulunan en önemli doymuş yağ asitleridir. Özellikle palmitik ve stearik asit bitkisel yağlarda bulunan en yaygın doymuş yağ asitleridir.

Doymuş yağ asitleri insan vücudunda sentez edilirler; hiç yağ yenilirse bile bu tip yağ asitleri karbonhidrat metabolizması ile oluşan moleküllerden sentez edilebilir (Kümeli, 2006).

Karbon zinciri üzerinde çeşitli konumlarda, karbon- karbon arasında bir veya daha fazla kovalent çift bağ içeren yağ asitleri doymamış yağ asitleri olarak isimlendirilir. Bu yağ asitlerince zengin olan yağlara da doymamış yağlar denir (Nas ve ark., 2001). Yapılarındaki çift bağlar nedeniyle, doymamış yağ asitleri doymuş yağ asitlerine göre daha reaktiftir. Bu reaktivite yağ asidi zincirindeki çift bağ sayısına göre artmaktadır (Nas ve ark., 2001). Doymamış yağlar vücudun gereksinim duyduğu zorunlu yağ asitlerindedir. Oda sıcaklığında sıvı haldedirler ve büyük çoğunluğu bitkisel kaynaklıdır (Kümeli, 2006).

Yapılarında bir çift bağ içeren yağ asitleri tekli doymamış yağ asitleri veya monoenoik yağ asitleri olarak isimlendirilir. Bu grubun en önemli iki üyesi, palmitoleik asit (C16:1) ile oleik asittir (C18:1). Bunlardan palmitoleik asit daha çok deniz hayvanları yağları için karakteristik bir bileşen olduğu halde, oleik asit bugüne değin bilinen bütün doğal yağların yapısında yer almaktadır (Kayahan, 2003). Zeytin ve kolza yağları, kabuklu yemişler (fındık, fıstık, ceviz) kabuklu yemiş yağları (Yerfıstığı ve badem yağları), avokado tekli doymamış yağ asitlerini yüksek oranda içermektedir (Kümeli, 2006).

Birden fazla çift bağ içeren yağ asitleri ise çoklu doymamış yağ asitleri veya polyenoik yağ asitleri olarak isimlendirilir. Linoleik (C18:2), linolenik (C18:3), araşidonik (C20:4), eikosapentaenoik (C22:5) ve dokosaheksaenoik (C22:6) asitler çoklu doymamış yağ asitlerinin en önemlileridir. Çoklu doymamış yağ asitleri beslenmede önemli esansiyel yağ asitleridir; F vitamini olarak da adlandırılmaktadır. Bunların yağlar ve çeşitli yağ ürünlerinde belli düzeylerde bulunmaları arzu edilmektedir (Nas ve ark., 2001).

Yapılan araştırmalar, insanların karşılaştıkları birçok hastalığa besin maddelerinin ve beslenme alışkanlıklarının neden olduğunu ortaya koymaktadır. Bundan dolayı insanlar beslenmelerine dikkat etmek zorundadırlar. Yüksek kolesterolden ileri gelen hastalıkların, önemli oranda kırmızı etten kaynaklandığı artık bütün insanlar tarafından bilinmektedir. Bunun için daha sağlıklı olan doymamış yağ asitleri yönünden zengin olan gıdalar tüketilmesi tavsiye edilmektedir.

Tüketilen gıdalardaki yağların, doymamış yağlarca zengin olması çok önemlidir. Çünkü $\omega 3$ serisi yağ asitlerinin vücutta biyokimyasal ve fizyolojik aktivitelerde önemli görevler üstlendiği artık kesin olarak bilinmektedir. Yağ asitleri, insan vücudunda göz, beyin, testis ve plasentada toplanır. Gözlerin uygun şekilde çalışmasına ve beyinin fonksiyonlarını eksiksiz olarak yerine getirmesine yardımcı olur. Kandaki yağ konsantrasyonunu düzenler (Gordon ve Ratliff, 1992).

Balık ve diğer deniz ürünlerinde bulunan iki baskın $\omega 3$ yağ asidi EPA ve DHA'nın tedavi edici özelliği ile ilgili iddialar araştırılmaktadır. $\omega 3$ yağ asitlerinin faydalı olduğu ilk olarak Eskimolar üzerinde yapılan araştırmalar sonucu bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda Greenland Eskimolarının tükettikleri yağlı balıklardan dolayı kalp krizi riskinin çok düşük olduğu gözlenmiş, bunun üzerine EPA ve DHA'nın faydaları üzerine yapılan çalışmalara ağırlık verilmiştir. Sonuçta bu yağ asitlerinin kalp krizi, kalp damar hastalıkları, depresyon, migren türü baş ağrıları, eklem romatizmaları, şeker hastalığı, yüksek kolesterol ve tansiyon, bazı alerji türleri ile kanser gibi birçok hastalıktan korunmada önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir (Gorga, 1998; Nettleton, 2000).

Balık yağı ile zengin gıdalarla beslenme sonucunda kalp krizinden ölüm riski azalabilir. Çünkü kalp krizi ölümlerinde görülen en büyük etki trombositlerin etkisinin azalması veya damar tıkanıklığı ile kalp ritminin bozulması sonucunda meydana gelmektedir. Balığa dayalı beslenmenin fazla olduğu Lyon'da yapılan bir denemede; $\omega 3$ içeriği yüksek besinlerle beslenen hastalarda, vücut yağları ve lipoprotein miktarlarında hiçbir değişim olmazken, kalp rahatsızlıklarından dolayı ölüm riski % 95 oranında azalmıştır. PUFA uygulanmayan kontrol grubunda ise ani ölümler görülmüştür. Buna benzer bulgulara Washington'da yapılan çalışmada da rastlanmıştır. Bu çalışma sonucunda 5.5 gr PUFA ile beslenen hastalarda ani kalp krizlerinden ölüm riskinin % 50 azaldığı, kan akış hızının düzenlendiği, kalp kası iltihaplarının azaldığı gözlenmiştir (Stone, 1996).

Ani kalp krizinden ölme riski batı ülkelerinde gün geçtikçe artmakta ve kalp hastalarının % 50'si bu sebepten ölmektedir. Balık yağı tüketiminin fazla olması ile kalp krizi riskinde % 50 oranında azalma görülebilir. Danimarkalı araştırmacılar, balık yağlarının kalp atış hızını ayarladığını ve kalbi koruduğunu bulmuşlardır. Amerika Kalp Birliği (AHA), diyet ile kardiyovasküler hastalık riskinin azaldığını bildiği için yeni

çalışmalara yönelmiş ve balık yağlarının kalp hastalıklarından korunmada önemli olduğunu kanıtlamıştır. AHA'nın sonuçlarına göre balık yağlarının temel içeriği olan EPA ve DHA'nın faydaları şunlardır: Kalp ritmi bozukluğunu düzenler, ani kalp krizi riskini azaltır, plazma trigliserid seviyesini düşürür, kan yoğunluğunu ayarlar. Yine AHA tarafından yapılan açıklamalarda, günde 850 mg ile 2.9 g arasında balık yağı tüketiminin kalp rahatsızlıklarına çok önemli etkileri vardır. 850 mg/gün DHA ve EPA tüketen kroner kalp hastalarının kalp krizi riski % 45 oranında azalmaktadır (Hagstrup, 2001).

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Bromley (1980), kalkan balığı (*Scopthalmus maximus*) (340 g) yemindeki protein, yağ ve enerji oranlarının büyümeye etkilerini araştırmış ve en hızlı büyümenin protein bakımından yüksek, yağ bakımından düşük yemlerle gerçekleştiğini bildirmiştir. Araştırmada kalkan balıklarının yaklaşık dörtte üç doygunluğa kadar % 6 yağ içeren yem ile beslendiklerinde, yem proteininin % 42'sinin balık proteinine dönüştüğünü, buna karşılık % 0.5 yağ içeren kontrol yemi ile beslenen grupta ise ancak % 32'lik dönüşüm kaydedildiği belirtilmiştir. Doyuncaya kadar yemleme durumunda ise yem dönüşüm randımanında genel bir düşüş olduğu bildirilmiştir.

Caceres ve ark. (1984), 10 gr'lık kalkan juvenillerinde, farklı protein (% 37.5, % 48.3, % 59.2 ve % 69.8) ve yağ içerikli (% 10, % 15 ve % 20) yemlerle 42 gün süren besleme denemesi sonucunda yüksek protein ve düşük yağ içeren yemden (% 69.8 protein-% 10 yağ) en iyi sonuç alındığını ve yüksek yağ içeren yemin büyüme üzerine olumsuz etki ettiğini bildirmişlerdir.

Teles ve ark. (1999), 58 g civarındaki kalkan juvenilleri için hazırladıkları yemlerde, standart ve özel hazırlanmış balık eti protein hidrolizatu karışımı (% 74 protein- % 13 yağ; % 76 protein- % 12 yağ; % 72 protein-% 23 yağ) kullanmışlar ve üç ay süren çalışmada % 76 Protein-% 12 Yağ ile hazırlanan yemle beslenen balıkların diğer gruplara göre daha iyi büyüdüğü tespit etmişlerdir.

Regost ve ark. (2001), kalkan balıklarında (364 g) farklı düzeylerde balık yağı içerikli (% 10, % 15, % 20, % 25) yemlerle yaptıkları 12 haftalık çalışma sonucunda, en iyi büyüme performansını % 10 ve % 15 oranında yağ içeren rasyonlarla elde etmişler ve yüksek yağ içeren yemlerin balık vücudunda yüksek yağ birikimine neden olduğunu bildirmişlerdir.

Saether ve Jobling (2001), 200 gr'lık kalkan balıklarını farklı oranda balık yağı içeren yemlerle (% 25.4 ve % 16.6) 3 ay süre ile beslemişlerdir. Araştırma sonunda spesifik büyüme oranı ve ağırlık artışı bakımından gruplar arasında fark görülmezken, yüksek yağ içeren rasyonla beslenen balıklarda aşırı yağlanma (% 18.4) tespit edilmiştir. Rasyondaki yağ içeriğinin değişimi ile balık etindeki yağ asitleri içeriğinin değiştiğini ancak rasyondaki yağ içeriğinin ağırlık kazancı üzerine bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Regost ve ark. (2003), yağ kaynağı olarak soya yağı ve keten tohumu yağı kullanılarak hazırlanan % 57.5 protein ve % 16.5 yağ içerikli yemlerle beslenen kalkan balıklarında (*Psetta maxima*), balık yağı ile hazırlanmış yemle beslenen kalkan balıklarından (956±4 g) daha düşük büyüme oranı (Soya yağı ile 912±2 g, Keten tohumu yağı ile 918±4 g) kaydetmişlerdir. Soya yağı (SY) ile beslenen balıkların kas ve karaciğerinde 18:2ω6 yağ asidi zenginken, keten tohumu yağı (KTY) ile beslenen balıkların kas ve karaciğerinin 18:3ω3 asidi bakımından zengin olduğu bildirilmiştir. SY ve KTY ile beslenen balıkların kas ve karaciğeri, balık yağı içeren yemle ile beslenenler ile karşılaştırıldığında 20:5ω3 ve 22:6ω3 asidi seviyelerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. 18:2ω6 ve 18:3ω3 asidi değerleri ise büyüme periyodu sonunda bulunan değerlere göre düşük, fakat balık yağı ile beslenen balıklardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Deneme sonunda, bitkisel yağlar ile yapılan yemlerin balık yağı ile yapılan yemlerin yerine kullanılmasının kalkanlarda büyüme performansı üzerine etkisinin önemsiz olabileceği bildirilmiştir.

Bell ve ark. (2003), Atlantik salmonu yemlerinde balık yağı yerine farklı oranlarda hurma yağı (% 0, % 25, % 50 ve % 100) kullanımının, balıklarda yem değerlendirme ve büyüme oranları bakımından herhangi bir farklılık yaratmadığını bildirmişlerdir. Yemlerde hurma yağı oranının artmasıyla, balık etindeki toplam doymuş yağ asitleri ve monoenoik yağ asiti oranlarının da arttığı, eikosapentaenoik (20:5ω3) asit konsantrasyonunun ise önemli derecede azaldığı, dekosahexaenoik (22:6ω3) asit konsantrasyonunun % 100 hurma yağı yemi ile beslenen balıklarda önemli derecede azaldığı, ayrıca karaciğer yağ asidi kompozisyonlarında da benzer değişimlerin görüldüğü bildirilmiştir. Hepatik yağ asiti metabolizmasının, % 100 hurma yağı içeren yemle beslenen balıklarda, hurma yağı içermeyen yemle beslenen balıklardan yaklaşık 10 kat daha iyi olduğu, dolayısıyla deniz suyunda Atlantik salmonu yetiştiriciliğinde balık yağının yerine hurma yağının kullanılabilceği bildirilmiştir.

Izquierdo ve ark. (2003), deniz levreği (7.46 g) ve çipura (10.06 g) yeminde balık yağının % 60'ı oranında üç farklı bitkisel yağ (soya yağı, kolza tohumu yağı ve keten tohumu yağı) kullanmışlar ve bu yemlerle beslenen balıklar ile yağ kaynağı olarak sadece balık yağı içeren yemle beslenen balıklar arasında büyüme performansı ve yem değerlendirme bakımından fark ortaya çıkmadığını bildirmişlerdir.

Lee ve ark. (2003), kalkan balığında (*Scophthalmus maximus*) (89 g), ham protein oranları % 28.8, % 35.3, % 43.0, % 49.4 ve % 57.1 ve ham yağ oranları % 9.7 ile %

10.7 olan yemlerle yaptıkları 42 gün süren araştırma sonunda, kalkan balıklarının % 49 ham protein ve % 10 ham yağ içeren yem ile optimum büyüme gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Şener ve Yıldız (2003), başlangıç ağırlığı 5.78 g olan gökkuşacağı alabalığı için soya yağı, ayçiçeği yağı ve balık yağı kullanarak hazırladıkları yemlerle yaptıkları 60 gün süren çalışmada, farklı yağ kaynakları içeren yemlerin büyüme performansı bakımından herhangi bir fark yaratmadığını, ancak soya yağı ve ayçiçeği yağı içeren yemlerle beslenen gökkuşacağı alabalıklarının karaciğerdeki toplam yağ oranının balık yağı içeren yemlerle beslenen balıklardan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Menoyo ve ark. (2003), Atlantik salmonu (*Salmo salar*) yeminde, balık yağı yerine kısmen veya tamamen keten tohumu yağının (% 100 balık yağı, % 25, % 50, % 75 ve % 100 keten tohumu yağı) kullanıldığı 12 hafta süren çalışmada, balık vücudundaki yağ içeriği ve final ağırlığı bakımından keten tohumu yağı ile hazırlanan yemlerin herhangi bir olumsuz etki yaratmadığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan, % 100 keten tohumu yağı içeren yemle beslenen balıklarda kastaki eikosapentaenoik (20:5 ω 3) ve dekosahegzaenoik asit (22:6 ω 3) oranlarının diğer gruplardakine oranla artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Schulz ve ark. (2005), Sudak balığı (*Sander lucioperca*) yavruları için hazırladıkları yemde balık yağının % 60'ı yerine soya yağı ve keten tohumu yağı kullanmışlar ve farklı yağ asidi kompozisyonu içeren yemlerin deneme balıklarında büyüme performansı ile vücut ve doku yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisini araştırmışlardır. Deneme sonunda, gruplar arasında büyüme performansı bakımından herhangi bir farklılık olmadığı, ancak karaciğerdeki yağ oranının önemli derecede arttığı tespit edilmiştir.

Xue ve ark. (2006), Japon levreği (*Lateolabrax japonicus*) için hazırladıkları yemlerde kullandıkları 6 farklı yağ kaynağını (domuz yağı, sığır yağı, kümes hayvanları yağı, soya yağı, mısır yağı ve % 60 soya yağı, % 20 balık yağı, % 20 mısır yağı karışımı) balık yağı ile karşılaştırdıkları ve büyüme ve vücut yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisini inceledikleri araştırmanın sonucunda, farklı yağ kaynaklarının balıklarda büyüme performansı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını, ancak tavuk yağı ile hazırlanan yemlerle beslenen balıklarda protein değerlendirme randımanının, soya ve mısır yağı kullanılan yemlerle beslenen balıklardan daha düşük olduğunu tespit

etmişlerdir. Ayrıca, balık vücudundaki yağ asidi kompozisyonunun yemdeki yağ asidi kompozisyonunu yansıttığını ve balık vücudundaki SAFA, MUFA, PUFA, $\omega 3/\omega 6$ ve 18:1 $\omega 9/\omega 3$ oranları ile yemlerdeki oranlar arasında pozitif doğrusal bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Martins ve ark. (2006), soya yağı düzeyleri farklı (% 25, % 50) yemlerle beslenen Avrupa deniz levreği ve gökkuşacağı alabalığının besin maddesi kullanımı ve büyümesi üzerine yaptıkları araştırmada, soya yağının bu parametreler üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını, gökkuşacağı alabalığı ve deniz levreği yavrularının rasyonlarına % 50'den fazla soya yağı ilavesinin mümkün olabileceğini bildirmişlerdir.

Subhadra ve ark. (2006), geniş ağızlı levrek (*Micropterus salmoides*) balığı yeminde kullanılan farklı yağ kaynaklarının (kanola yağı, tavuk yağı, menhaden balık yağı) büyüme ve vücut kompozisyonu üzerine etkisini inceledikleri 12 hafta süren denemede, farklı yağ kaynaklarının balıklarda yem alımı, büyüme, yem ve protein değerlendirme oranları ve yaşama oranı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. Ancak, ticari alabalık yemi ile beslenen balıklarda büyüme oranının farklı yağ kaynakları içeren yemlerle beslenen balıklardan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ticari alabalık yemi ile beslenen balıkların kaslarında biriken yağ miktarı, $\omega 3$ ve $\omega 6$ yağ asiti oranları, deneme yemleri ile beslenen balıklardakinden daha yüksek bulunmuştur. Yemlerdeki 22:6 $\omega 3$ (DHA) ve 20:4 $\omega 6$ (araşidonik asit) miktarlarının balık etlerinde değişmediği, ancak 20:5 $\omega 3$ (EPA) yağ asidinin başlangıçta elde edilen değerlerden düşük olduğu bildirilmiştir.

Şener ve ark. (2006), Rus mersin balığı (*Acipenser gueldenstaedtii*) yeminde, balık yağının yerine kullanılan farklı oranlardaki mısır yağı ve ayçiçeği yağının büyüme performansı ve vücut kompozisyonu üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, balık yağı yerine kullanılan bitkisel yağların büyüme performansı üzerinde herhangi bir etki yaratmadığını, ancak vücutta ve karaciğerdeki yağ birikimini olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.

Francis ve ark. (2006), Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*) yavrularını balık yağına alternatif olarak kullandıkları kanola yağı ve keten tohumu yağı içeren yemlerle beslemişler ve deneme sonunda ortalama canlı ağırlık, spesifik büyüme oranı ve günlük yem tüketiminin, keten tohumu yağı ile hazırlanmış yemlerle beslenen balıklarda, keten tohumu yağı+balık yağı karışımı ve balık yağı ile hazırlanmış yemlerle beslenen balıklardan daha yüksek olduğunu, yem ve protein değerlendirme oranlarında ise

gruplar arasında önemli bir farklılığın tespit edilmediğini bildirmişlerdir. Ayrıca balık kasındaki yağ asidi miktarının kullanılan yemdeki yağ asidi miktarı ile doğru orantılı olduğu tespit edilmiş ve büyüme performansı üzerine önemli bir etkisi olmamasına rağmen murray cod yemlerinde balık yağının % 50'den fazlasının keten tohumu yağı ve % 100 kanola yağı ile değiştirilebileceği belirtilmiştir.

Huang ve ark. (2007), 3.61 g ortalama ağırlığa sahip *Pagrus major* yavrularının büyüme performansı ve vücuttaki yağ asidi kompozisyonu üzerine, % 25, % 48 ve % 70 oranlarındaki kanola yağının etkisini araştırdıkları çalışmada, ağırlık kazancı, spesifik büyüme oranı, yem tüketimi ve protein kullanımı üzerine kanola yağının herhangi bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. Balık etindeki yağ asidi kompozisyonunun istenen düzeyde olduğunu ve kırmızı levrek yavrularının yemlerinde kanola yağının sorunsuzca kullanılabilirliğini bildirmişlerdir.

Yaman Dernekbaşı (2008), gökkuşuğu alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*), büyüme performansı ve vücuttaki yağ asidi kompozisyonu üzerine, % 25, % 50, % 75 ve % 100 oranlarındaki kanola yağının etkisini araştırdığı çalışmada, canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, oransal büyüme oranı, yem tüketimi, yem değerlendirme sayısı, protein tüketimi, protein değerlendirme randımanı, balık vücudunda tutulan protein miktarları, hepatosomatik indeks ve viserosomatik indeks değerleri üzerine kanola yağının herhangi bir etkisinin olmadığını tespit etmiştir. Balık etindeki yağ asidi kompozisyonunun istenen düzeyde olduğunu ve gökkuşuğu alabalığı yemlerinde kanola yağının sorunsuzca kullanılabilirliğini bildirmiştir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

4.1.1. Deneme Yeri

Deneme, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Kapalı Devre Araştırma Ünitesi'nde yürütülmüştür.



Şekil 4.1. Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Kapalı Devre Araştırma Ünitesi (orijinal)

4.1.2. Balık Materyali

Balık materyali olarak, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü'ne ait kalkan balığı üretim istasyonundan temin edilen ortalama ağırlığı 62 gr civarındaki kalkan balıkları (*Psetta maxima*) kullanılmıştır.

4.1.3. Yem materyali

Deneme yemlerinin yapımında kullanılan hammaddeler özel bir firmadan (Sibal Plastik ve Su Ürünleri San.Tic. AŞ) temin edilmiştir. Yem hammaddeleri öncelikle 750 µm göz açıklığındaki elekten geçirilerek Çizelge 3.1.'de verilen rasyondaki miktarlarına göre tartılarak bir araya getirilip 20 dakika süreyle karıştırılmıştır.

Çizelge 4.1. Denemede kullanılan yem hammaddeleri ve rasyon yapısı (g)

Yem Hammaddeleri	Balık Yağı Yemi	Aspir Yağı Yemi
	(Yem I)	(Yem II)
Balık Unu	600	600
Soya Küspesi	115	115
Mısır Gluteni	101.5	101.5
İrmik Altı Un	80	80
Balık Yağı	100	-
Aspir Yağı	-	100
Vitamin	2	2
Mineral	1.5	1.5
Toplam	1000	1000

Homojen hale gelen karışıma Yem I için balık yağı, Yem II için ise aspir yağı ilave edilerek 10 dakika daha karıştırılmıştır. Daha sonra karışıma % 40 oranında sıcak su ilave edilip 15 dakika daha yoğrularak hamur haline getirilmiştir. Hamur haline gelen karışım 4 mm çaplı kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirilmiştir. Hazırlanan yemler 70°C sıcaklığa ayarlanmış kurutma dolabında 12 saat ve daha sonra oda sıcaklığında 5 saat kurutulmuştur. Deneme yemleri, deneme boyunca - 40°C'de muhafaza edilmiştir. Denemede kullanılan yemlerin biyokimyasal analizleri yapılmış olup sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Denemede kullanılan yemlerin kimyasal analiz sonuçları (%)

Yemler	Kuru madde (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Ham kül (%)	Toplam	N.Ö.M*
					enerji (kJg ⁻¹)	
Yem I	90.28	54.21	14.45	7.67	20.8	23.67
Yem II	94.16	55.88	13.48	7.24	20.6	23.40

N.Ö.M. = Nitrojensiz Öz Madde

Çizelge 4.3. Denemede kullanılan yemlerin yağ asiti kompozisyonu (%)

Yağ asitleri	Yem I	Yem II
C14:0	4.45±0.02 ^a	1.33±0.09 ^b
C16:0	18.87±0.11 ^a	10.49±0.26 ^b
C18:0	3.63±0.01 ^a	2.86±0.09 ^b
C20:0	0.28±0.00 ^a	0.28±0.01 ^a
∑ SAFA	27.23±0.15 ^a	14.96±0.43 ^b
C16:1	6.03±0.31 ^a	1.83±0.18 ^b
C18:1ω9-c	18.26±0.04 ^b	24.18±0.37 ^a
C20:1	1.41±0.01 ^a	1.40±0.01 ^a
C24:1	0.53±0.06 ^a	0.14±0.01 ^b
∑ MUFA	26.24±0.32 ^b	27.55±0.21 ^a
C18:3ω3	1.23±0.00 ^b	1.49±0.00 ^a
C20:5ω3	9.16±0.02 ^b	9.20±0.02 ^a
C22:6ω3	20.34±0.15 ^a	17.21±0.55 ^b
∑ PUFA ω3	30.72±0.18 ^a	27.89±0.56 ^b
C18:2ω6-c	18.89±0.00 ^a	17.62±0.17 ^b
C18:2ω6-t	0.28±0.00 ^a	0.29±0.02 ^a
C18:3ω6-γ	0.28±0.01 ^a	0.26±0.01 ^b
C18:3ω6	0.17±0.00 ^a	0.12±0.00 ^b
C20:4ω6	0.87±0.01 ^a	0.26±0.00 ^b
∑ PUFA ω6	20.49±0.00 ^a	18.55±0.19 ^b

4.1.4. Deneme tankları

Denemede 1x1.15x0.5 m ebatlarında 500 litre hacminde 6 adet fiberglas tank kullanılmıştır.



Şekil 4.2. Denemede kullanılan tanklar (Orijinal)

4.2. Yöntem

4.2.1. Deneme süresi

Deneme, 01 Şubat 2010 – 15 Mayıs 2010 tarihleri arasında 104 günlük periyotta yürütülmüştür.

4.2.2. Deneme düzeni

Deneme, üç tekerrürlü iki gruptan oluşmuştur. Ortalama ağırlıkları 62 ± 1.29 gr olan balıklardan oluşan stok tankından 50'şer adet kalkan balığı rastgele seçilerek altı adet deneme tankına yerleştirilmiştir. Deneme başında stok tankından 10 adet balık alınarak vücut kompozisyonunun belirlenmesi için -80°C 'de dondurulmuş ve analizler yapıncaya kadar muhafaza edilmiştir. Tanklara stoklanan balık miktarı ve başlangıç ortalama ağırlıkları Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Deneme gruplarındaki balık miktarları ve deneme başı ortalama canlı ağırlıkları (g)

Gruplar	Tekkerrür	Yemleme Ritmi (günde)	Sayı (Adet)	Top.Ağ. (g)	Stok miktarı (g/m ²)	Ort.Can.Ağ. (g)	Grup Ort. (g)
YemI	1	2	50	3031	3031	60.63 ± 1.60	
	2	2	50	3103	3103	62.07 ± 1.34	62.28 ± 1.36
	3	2	50	3207	3207	64.16 ± 1.13	
YemII	1	2	50	3102	3102	62.05 ± 1.14	
	2	2	50	3137	3137	62.74 ± 1.17	62.13 ± 1.20
	3	2	50	3079	3079	61.59 ± 1.29	

Deneme başlangıcında, gruplardaki balıkların ortalama canlı ağırlıkları arasındaki farkın önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Her tankın su değişim oranı dakikada 5 litre olacak şekilde ayarlanmıştır. Sudaki çözülmüş oksijeni artırmaya yardımcı olacak şekilde ilave havalandırma yapılmıştır. Her tank 150 watt ampul ile normal gün uzunluğunda aydınlatılmıştır.

4.2.3. Yemleme

Deneme balıkları günde iki defa ve haftada altı gün doyuncaya kadar yemlenmiştir. Yemleme, önceden tartılmış belli miktardaki yem ile sabah saat 09:00 ve akşam 16:00 saatlerinde yapılmıştır. Her grup için artan yem miktarı 0.01 g hassasiyetli Precisa XS 3200C model terazide tartılıp başlangıç ağırlığından çıkartılarak günlük tüketilen yem miktarları belirlenmiştir.

4.2.4. Boy - Ağırlık Ölçümü

Otuz günlük beslemeden sonra boy-ağırlık ve toplam kütle ölçümü yapılmıştır. Her onbeş günde bir ve ölçüm yapıldıktan sonra balıklar, paraziter hastalık riskine karşı 200 ppm formaldehit ile banyo tarzında dezenfekte edilmiştir (Çiftçi, 2002).

4.2.5. Balık Ölümünün Saptanması

Deneme süresince her yemlemeden önce tanklarda ölü balık olup olmadığı kontrol edilmiştir.

4.2.6. Kondüsyon Faktörünün Hesaplanması

Gruplardaki balıkların deneme başı ve deneme sonundaki ortalama kondüsyon faktörleri, balıkların bireysel ağırlık ve boyları belirlenerek aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

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

K = Kondüsyon faktörü

W = Balığın Bireysel Ağırlığı (g)

L = Balığın Toplam Boyu (cm)

4.2.7. İstatistiksel Analizler

Gruplara ait bütün tartım, ölçüm ve analizlerden elde edilen verilerin, Kolmogorov-Smirnov testine göre normal dağılımına bakılmıştır. Levene hest testiyle varyansların homojen dağılımına bakılmış olup, sonuçlar arasındaki farklılıklar tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile tespit edilmiştir. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Statistica programı kullanılmıştır. Bu değerlerden $p < 0.05$ (Tukey'e göre) olan değerler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

4.3. Suda Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Suyun fiziksel ve kimyasal değerlerini kontrol etmek amacıyla deniz suyunda her gün bazı fiziksel parametreler (sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen), haftalık olarak da bazı kimyasal parametreler (Nitrat, Nitrit ve Amonyak miktarı) aşağıda belirtildiği şekilde ölçülmüştür.

4.3.1. Nitrat Tayini

Suda bulunan nitrat iyonu kadmiyum indirgeme metodu ile spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. 25 ml su örneğine HACH firmasının ürettiği nitrat kiti katılarak (kadmiyum, 1.2-sikloheksanediamintetraasetik asit tri sodyum tuzu içeren) çalkalanmıştır. 5 dakika reaksiyonun tamamlanması için beklenmiştir. Bileşiğin 500 nm'de optik yoğunluğunun ölçülmesiyle nitrat miktarı mg/l olarak hesaplanmıştır. Saf suya da aynı işlemler uygulanıp kör örnek olarak okutulmuştur (DR/2000 Spectrofotometer Handbook Procedures Manual, 1998).

4.3.2. Nitrit Tayini

Suda bulunan nitrit iyonu diazolandırılarak spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. 25 ml suya HACH firmasının ürettiği nitrit kiti (potasyumpirosülfat içeren) katılarak çalkalanmıştır. Reaksiyonun tamamlanması için 20 dakika beklenmiştir. Bu bileşiğin 507 nm'de optik yoğunluğunun ölçülmesiyle numunedeki nitrit miktarı mg/l olarak hesaplanmıştır. Saf suya da aynı işlemler uygulanıp kör örnek olarak okutulmuştur (DR/2000 Spectrofotometer Handbook Procedures Manual, 1998).

4.3.3. Amonyak Tayini

Bu denemede suda bulunan amonyak bileşikleri salisilat metodu ile spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. 25 ml suya HACH firmasının ürettiği salisilat kiti (sodyum tartarat, sodyum sitrat, sodyum salisilat, sodyumnitroferrisiyonat içeren) katılarak 3 dakika reaksiyon için beklenmiştir. Daha sonra siyanurat kiti (lityumhidroksit, sodyum sitrat, sodyumdiklorosiyaurat, sodyum tartarat içeren) katılarak 15 dakika reaksiyonun tamamlanması için beklenmiştir. Bileşiğin 655 nm'de optik yoğunluğunun ölçülmesiyle numunedeki amonyak miktarı mg/l olarak hesaplanmıştır. Amonyaksız suya da aynı işlemler uygulanıp kör örnek olarak okutulmuştur (DR/2000 Spectrofotometer Handbook Procedures Manual, 1998).

4.4. Balık Etinde ve Yemde Protein Analizi

Kjeldahl yöntemi ile her bir tanktan alınan balık numunelerinde protein analizi yapılmıştır (AOAC, 1995). Balıkların yenilebilir kısımları bistüriyle küçük parçalara ayrılıp homojenize edilmiştir. Bu homojenattan 1-2 g arasında (yemde 0.5-0.7 g arasında) örnek tartılmış ve Kjeldahl balonuna konulmuştur. Üzerine Kjeldahl tableti (CuSO_4) ve 15 ml % 97'lik H_2SO_4 ilave edilerek yakma ünitesine takılmıştır. 420°C'de

çeker ocak altında vakum açılarak 1-1.5 saat süreyle yakma işlemi tamamlanmıştır. Örnek, bu işlem sonucunda yanmış ve berraklaşmıştır. Daha sonra numune oda sıcaklığına soğutulmuştur. Üzerine 50 ml distile su ilave edilerek distilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. 50 ml % 40'lık NaOH çözeltisinden kjeldahl tüpüne çekilmiştir. 50 ml % 4'lük Borik asit çözeltisinden erlene koyulmuş ve yaklaşık 5 dakika distilasyon yapılmıştır.

0.1 N HCl çözeltisi ile titrasyon yapılmış ve sarfiyat kaydedilmiştir. Aşağıdaki eşitliğe göre toplam azot miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{Azot (\%)} = 1,4007 \times M \times f \times A-B / W$$

1,4007: 0,1 mL 0,1 N HCl'e karşılık gelen azotun atomik ağırlığı

M: Asitlik molaritesi (mol/L)

F: Standart Kjeldahl faktörü

A: Titrant harcaması (mL)

B: Kontrol harcaması (mL)

W: Örnek ağırlığı (g)

Azot (%) düzeyinin, protein (%) düzeyine çevrilmesinde faktörler kullanılmaktadır.

Protein (%)=Azot (%) x Protein Faktörü (gıdaya göre değişen)

4.5. Balık Eti ve Yemde Yağ Analizi

Balık eti örneği iyice homojenize edilip 20 g kadar (yemde 30 g kadar) numune petri kutusuna alınmıştır. Etüvde 105°C'de 4 saat nem muhtevası uçurulmuştur. Kurutulan numuneden 5 g kadar (yemde 10 g kadar) tartılarak soxhlet kartuşuna yerleştirilmiştir. Dört saat boyunca Soxhlet sisteminde petrol eteri ile ekstraksiyon uygulanmıştır (AOAC, 1995). Ekstraksiyon sonunda evaporatör yardımıyla çözücünün uzaklaştırılmasından sonra kalıntı tartılarak yağ miktarı aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

Balonun son tartısı (g) - Balon dara (g)

$$\text{Yağ (\%)} = \frac{\text{Balonun son tartısı (g) - Balon dara (g)}}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \times 100$$

Örnek Miktarı (g)

4.6. Balık Eti ve Yemde Yağ Asiti Analizi

Deneme başlangıcında ve deneme sonunda her bir tanktan alınan balık numuneleri ile deneme için yapılan yem numuneleri aşağıda belirtilen işlemlerle (Blig, 1959) yağ asitleri metil esterleri haline dönüştürülerek Gaz kromatografisinde yağ asidi bileşimi belirlenmiştir.

2 g kadar örnek alınarak, homojenizatörde 5 ml metanol ile 3 dakika 10000 rpm de homojenize edilerek proteinler ayrıştırılmıştır. Numune üzerine 2.5 ml kloroform eklenip 3 dakika 10000 rpm de homojenizatörde karıştırılmıştır. Daha sonra 2.5 ml kloroform eklenip 3 dakika daha 10000 rpm de karıştırılmıştır. Yarıçapı 4Ø mm filtre kağıdı kullanılarak filtre edilip katı kısımdan ayrılmıştır. Sıvı faz ayırma hunisine alınarak su-organik faz ayırımı oluncaya kadar su ile doyurulmuştur. Organik faz balona alınarak evaporatörde çözücü uçurulmuştur. Mutlak etanol ile yıkanıp suyu uzaklaştırılmıştır. Daha sonra etanol de ortamdan evaporatör yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Kalıntı metanol, kloroform karışımı ile çözülüp tartımı alınmış şişeye aktarılmıştır. Azot gazı ile organik faz uzaklaştırılarak tartım alınmıştır. Numuneye 2 ml hekzan ilave edilerek çözülmüştür. Hekzanda çözünen numune cam santrifüj tüpüne alınarak üzerine 4 ml 2 M metanollü KOH ilave edilerek iyice karıştırılmıştır (Ichihara, 1996). Numune 4°C de 4000 rpm de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Oluşan üst faz ayrı bir tüpe alınarak Parafilm ile kaplanmıştır. Daha sonra örnekten 1 ml alınarak GC ye enjekte edilmiştir. Standart yağ asiti örneğinin kromatogramı ile karşılaştırılarak örneklerin yağ asiti yüzdelerinin hesaplaması yapılmıştır.

4.7. Balık Etinde ve Yemde Nem Tayini

Balık örneklerinde ve yemde nem oranını belirlemek için örnekler 105°C'de 18 saat kurutma dolabında kurutulmuştur. Kurutulan numuneler desikatöre alınıp 30 dakika sonra tartılmıştır. Elde edilen son ağırlık nem oranını vermiştir (AOAC, 1995; Akyıldız, 1984).

$$\text{Nem (\%)} = [1 - (\text{Kurutma sonrası ağırlık}) / (\text{Kurutma öncesi ağırlık})] \times 100$$

4.8. Balık Etinde ve Yemde Kül Tayini

Balık etinden veya yemden yaklaşık 10 g numune porselen yakma kaplarına konulmuş ve 550°C'de 4 saat süreyle yakılmıştır. Numune 100°C'ye kadar

soğutulduktan sonra desikatöre konulup 30 dakika sonra tartılmıştır. Sabit ağırlığa ulaşmak için tekrar 550°C’de 2 saat süreyle yakılıp desikatörde 30 dakika soğutulduktan sonra son tartımı yapılmıştır (AOAC, 1995; Akyıldız, 1984).

$$\text{Ham Kül (\%)} = (\text{Kül ağırlığı} / \text{Örnek ağırlığı}) \times 100$$

4.9. Bulguların Değerlendirilmesi

Denemede elde edilen bulguların ortalama değerleri hesaplandıktan sonra istatistiksel olarak değerlendirilip, spesifik büyüme oranı, kondüsyon faktörü, canlı ağırlık artış oranı (%), yem değerlendirme oranı, yem etkinlik değeri ve yaşama oranına ilişkin bulgular ilgili literatürler ışığında değerlendirilmiştir (Venkataramiah ve ark., 1975; Goltz, 1979; Erdem ve Ergün, 2000).

$$\text{Spesifik Büyüme Oranı (\%)} = [(\ln CA_s - \ln CA_b) / T] \times 100$$

CA_s = Deneme sonu canlı ağırlık ortalaması

CA_b = Deneme başı canlı ağırlık ortalaması

T = Deneme süresi

$$\text{Kondüsyon Faktörü} = (\text{Canlı ağırlık} / \text{Toplam boy}^3) \times 100$$

$$\text{Canlı Ağırlık Artış Oranı (\%)} = [(CA_s - CA_b) / CA_b] \times 100$$

CA_b = Balıkların bir önceki başlangıç grup ağırlığı

CA_s = Balıkların bir sonraki final grup ağırlığı

$$\text{Yem Değerlendirme Sayısı} = TY / (CA_2 + \ddot{O}) - CA_1$$

CA₁ = Balıkların bir önceki grup ağırlığı

CA₂ = Balıkların bir sonraki grup ağırlığı

TY = Tüketilen yem

Ö = İki tartım arasında ölen balıkların ağırlığı

$$\text{Yem Etkinlik Değeri} = CA_s - CA_b / TY$$

CA_s = Deneme sonu canlı ağırlık

CA_b = Başlangıç canlı ağırlığı

TY = Tüketilen yem

$$\text{Yaşama Oranı} = (\text{Deneme Sonu Balık Sayısı} / \text{Deneme Başı Balık Sayısı}) \times 100$$

5. BULGULAR

5.1. Su Parametrelerine İlişkin Bulgular

Denemede, su sıcaklığı sabah ve akşam olmak üzere günde iki defa, pH ve çözülmüş oksijen miktarı günde bir defa, amonyak, nitrit ve nitrat haftada bir defa ölçülmüştür. Su parametrelerine ilişkin minimum, maksimum ve ortalama değerler Çizelge 5.1.'de verilmiştir.

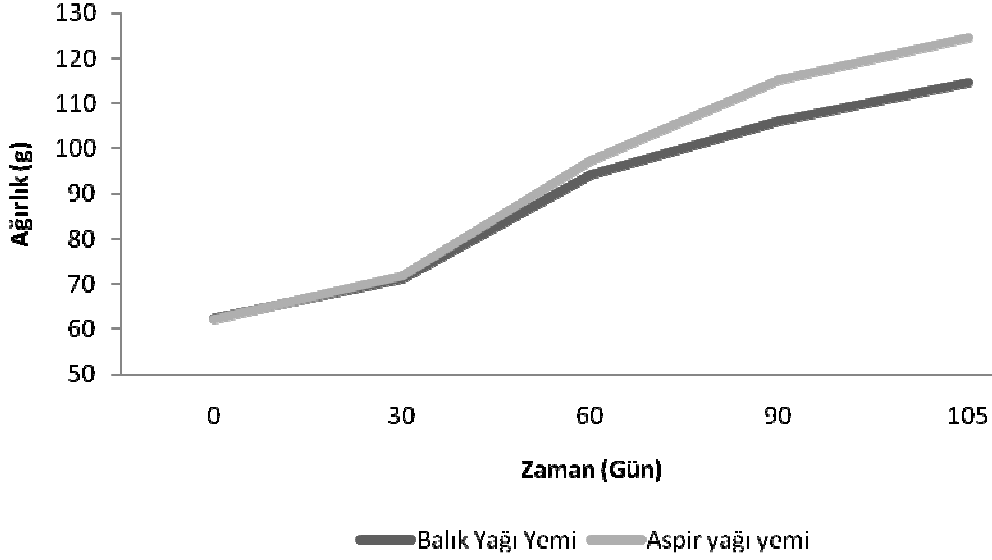
Çizelge 5.1. Deneme süresince saptanan su sıcaklığı, pH, O₂, amonyak, nitrit, nitrat değerleri

Parametre	Minimum	Maksimum	Ortalama
Sıcaklık (°C)	15.30	21.20	18.35
pH	7.63	7.89	7.76
O ₂ (mg/l)	7.90	8.10	8.00
Amonyak (mg/l)	0.04	0.21	0.12
Nitrit (mg/l)	0.22	1.07	0.62
Nitrat (mg/l)	0.17	2.71	1.44

5.2. Canlı Ağırlık Artışlarına İlişkin Bulgular

Deneme başında ve deneme başlangıcını takiben 30, 60, 90 ve 105. günde balıklar tartılmıştır. Bireysel canlı ağırlık artışını gösteren grafik Şekil 5.1.'de verilmiştir.

Deneme başında ortalama bireysel canlı ağırlıklar balık yağı grubunda 62.28±1.36 g, aspir grubunda 62.13±1.20 g olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki ortalama bireysel canlı ağırlıklar bakımından farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05). Deneme sonunda elde edilen ortalama canlı ağırlık, bireysel canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı ve canlı ağırlıkça büyüme oranına ilişkin değerler Çizelge 5.1.'de verilmiştir. Deneme başı ve deneme sonundaki ortalama canlı ağırlıkları gösteren grafik ise Şekil 5.2.'de verilmiştir.

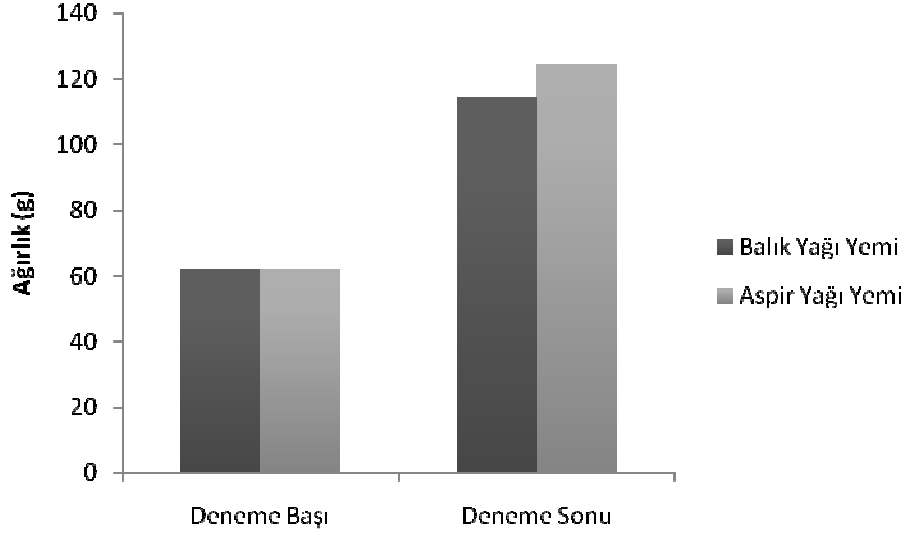


Şekil 5.1. Denemede kullanılan balıkların canlı ağırlık artışları

Çizelge 5.2. Gruplara ait deneme başı ve sonunda ortalama bireysel canlı ağırlık, bireysel canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı ve canlı ağırlıkça büyüme oranları

Gruplar	Den. Baş. Ort. Can. Ağ. (g)	Den. Son. Ort. Can. Ağ. (g)	Bireysel. Can.Ağ. Artışı (g)	Spesifik Büy. Oranı (%)	Can.Ağ. Büy. Oranı (%)
Yem I	62.28 ± 1.36	114.51 ± 3.23 ^b	52.23 ^b	0.58 ± 0.03 ^b	83.86 ^b
Yem II	62.13 ± 1.20	124.47 ± 3.28 ^a	62.34 ^a	0.65 ± 0.04 ^a	100.33 ^a

Deneme sonunda, balık yağı grubunda (Yem I) ortalama canlı ağırlık 114.51±3.23g, aspir grubunda (Yem II) ise 124.47±3.28 g olarak tespit edilmiştir. Bireysel canlı ağırlık artışı balık yağı grubunda 52.23 g, aspir yağı grubunda 62.34 g, spesifik büyüme oranı balık yağı grubunda % 0.58±0.03 aspir yağı grubunda % 0.65±0.04, canlı ağırlıkça büyüme oranı balık yağı grubunda % 83.86, aspir yağı grubunda % 100.33 olarak bulunmuştur.



Şekil 5.2. Deneme başı ve deneme sonunda gruplara ait ortalama canlı ağırlıklar

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre deneme sonunda canlı ağırlık artışı bakımından gruplar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

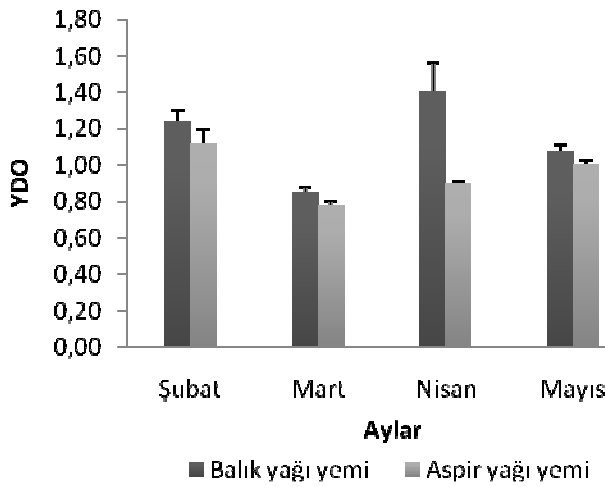
5.3. Yem Değerlendirme Sayısına İlişkin Bulgular

Deneme süresince her iki gruptaki balıklara doyuncaya kadar yem verilmiş ve verilen toplam yem miktarı belirlenmiştir. Deneme sonunda elde edilen toplam canlı ağırlık artışı ve tüketilen yem miktarından yararlanılarak gruplara ait yem değerlendirme oranları ile yem etkinlik değerleri tespit edilmiştir. Deneme süresince tüketilen toplam yem miktarları, toplam canlı ağırlık artışları, yem değerlendirme sayısı ve yem etkinlik değerleri Çizelge 5.2.'de verilmiştir. Deneme süresince aylık olarak yem değerlendirme sayısı Şekil 5.3. ve yem etkinlik değerleri Şekil 5.4'de verilmiştir.

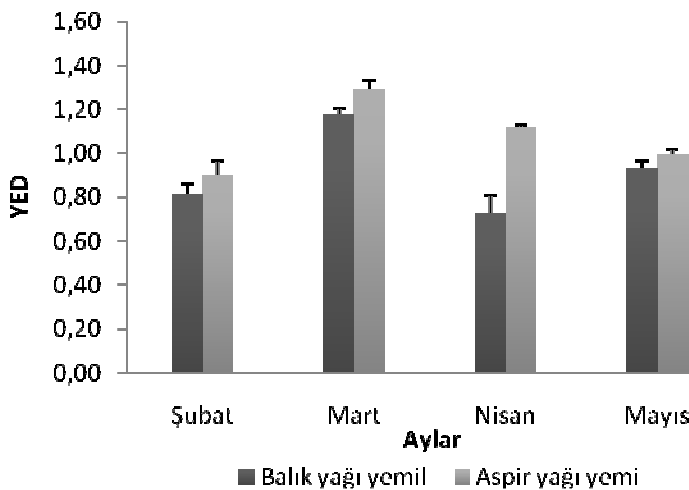
Çizelge 5.3. Deneme gruplarındaki balıkların yem değerlendirme sayısı ve yem etkinlik değerine ait sonuçlar

Grup	Den. Süresi (gün)	Tüketilen Top. Ort. Yem (g)	Top. Can. Ort. Ağ. Art. (g)	Yem Değer. Sayısı	Yem Etkinlik. Değeri
Yem I	104	2791.80 ^a	2611.16 ^b	1.07±0.03 ^a	0.94±0.03 ^b
Yem II	104	2792.47 ^a	3116.95 ^a	0.90±0.02 ^b	1.12±0.02 ^a

Çizelge 5.3. incelendiğinde, deneme süresince tüketilen ortalama yem miktarı balık yağı grubunda 2791.80 g, aspir yağı grubunda 2792.47 g, toplam ortalama canlı ağırlık artışları balık yağı grubunda 2611.16 g, aspir yağı grubunda 3116.95 g, yem değerlendirme sayısı balık yağı grubunda 1.07 ± 0.03 , aspir yağı grubunda 0.90 ± 0.02 ve yem etkinlik değerleri balık yağı grubunda 0.94 ± 0.03 , aspir yağı grubunda ise 1.12 ± 0.02 olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre gruplar arasında toplam canlı ağırlık artışı, yem değerlendirme sayısı ve yem etkinlik değerleri bakımından elde edilen farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).



Şekil 5.3 Gruplara göre aylık yem değerlendirme sayısı değerleri



Şekil 5.4. Gruplara göre aylık yem etkinlik değerleri

Yem değerlendirme oranları aylık olarak değerlendirildiğinde, şubat ayında balık yağı grubunda 1.24 ± 0.06 , aspir yağı grubunda 1.12 ± 0.08 , mart ayında balık yağı grubunda 0.85 ± 0.02 , aspir yağı grubunda 0.78 ± 0.03 , nisan ayında balık yağı grubunda 1.41 ± 0.16 , aspir yağı grubunda 0.90 ± 0.01 , mayıs ayında balık yağı grubunda 1.08 ± 0.06 , aspir yağı grubunda ise 1.01 ± 0.04 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.3.).

Yem etkinlik değeri aylık olarak değerlendirildiğinde, şubat ayında balık yağı grubunda 0.81 ± 0.04 , aspir yağı grubunda 0.90 ± 0.06 , mart ayında balık yağı grubunda 1.17 ± 0.03 , aspir yağı grubunda 1.29 ± 0.04 , nisan ayında balık yağı grubunda 0.73 ± 0.08 , aspir yağı grubunda 1.11 ± 0.01 , mayıs ayında balık yağı grubunda 0.93 ± 0.03 , aspir yağı grubunda ise 0.99 ± 0.02 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.4.).

5.4. Yaşama Oranlarına İlişkin Bulgular

Deneme süresince gruplarda ölüm gerçekleşmemiş olup balık yağı ve aspir gruplarındaki yaşama oranı % 100'dür.

5.5. Kondüsyon Faktörüne İlişkin Bulgular

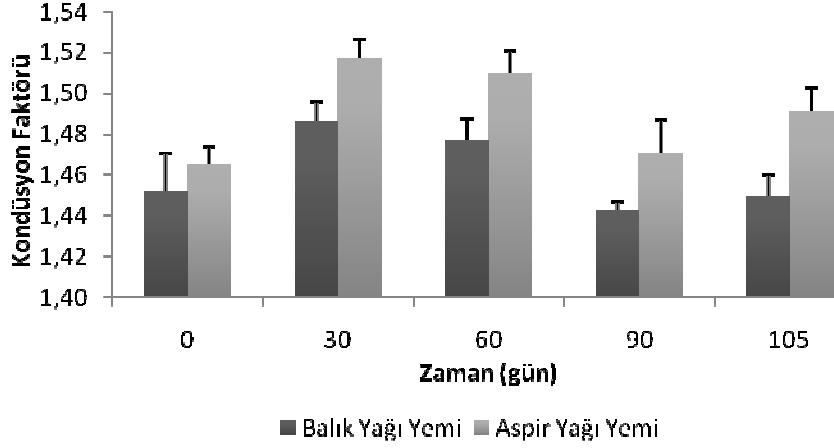
Deneme başında ve sonunda her bir grupta bulunan balıkların ağırlıkları ve boyları belirlenerek deneme başı ve deneme sonu kondüsyon faktörü değerleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Kondüsyon faktörüne ilişkin değerler Çizelge 5.4.'de verilmiştir. Deneme süresince her iki grup için aylık olarak kondüsyon faktörleri Şekil 5.5.'de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Deneme başı ve sonunda gruplarda tespit edilen kondüsyon faktörleri

Grup	Den. Baş. Ağ.(g)	Den. Baş. Uz.(cm)	Den.Son. Ağ.(g)	Den. Son. Uz. (cm)	Den.Baş. Kon.Fakt.	Den.Son. Kon.Fakt.
Yem I	62.28 ± 1.36^a	16.21 ± 0.11^a	114.51 ± 3.23^b	19.83 ± 0.17^b	1.45 ± 0.02^b	1.45 ± 0.01^b
Yem II	62.13 ± 1.20^a	16.16 ± 0.09^a	124.47 ± 3.28^a	20.21 ± 0.16^a	1.47 ± 0.01^a	1.49 ± 0.01^a

Çizelge 5.4.'de görüldüğü gibi gruplardaki ortalama kondüsyon faktörleri deneme başlangıcında balık yağı grubunda 1.45 ± 0.02 , aspir yağı grubunda 1.47 ± 0.01 ,

deneme sonunda ise balık yağı grubunda 1.45 ± 0.01 ve aspir yağı grubunda ise 1.49 ± 0.01 olarak bulunmuştur.



Şekil 5.5. Gruplara göre aylık kondüsyon faktörü değerleri

Şekil 5.5. incelendiğinde, deneme başlangıcında balık yağı grubunda kondüsyon faktörü 1.45 ± 0.02 , aspir yağı grubunda 1.47 ± 0.01 , 30. günde balık yağı grubunda 1.49 ± 0.01 , aspir yağı grubunda 1.52 ± 0.01 , 60. günde balık yağı grubunda 1.48 ± 0.01 , aspir yağı grubunda 1.51 ± 0.01 , 90. günde balık yağı grubunda 1.44 ± 0.00 , aspir yağı grubunda 1.47 ± 0.02 , 105. günde balık yağı grubunda 1.45 ± 0.01 , aspir yağı grubunda ise 1.49 ± 0.01 olarak hesaplanmıştır.

Deneme sonunda yapılan istatistiksel analizlerde gruplar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

5.6. Balıkların Kimyasal Yapısına İlişkin Bulgular

Deneme sonunda, her bir tanktan 8 adet balık rastgele alınıp balık etinde ham protein, ham yağ, ham kül ve nem oranları tespit edilmiş, sonuçlar Çizelge 5.5.'de verilmiştir.

Balıkların yenilebilir kısımlarının nem analizi sonuçları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde deneme sonunda gruplar arasında nem oranına ilişkin elde edilen farkın önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Kjeldahl yöntemi kullanılarak balık etinin yenilebilir kısımlarında protein tayini yapılmıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, deneme sonunda gruplar arasında protein oranı bakımından elde edilen farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Balıkların yenilebilir kısımlarının yağ analizi sonuçları karşılaştırıldığında; balık yağı grubu ve aspir yağı grubundaki balık eti yağ oranı deneme başlangıcındaki balıklara nazaran daha yüksek bulunmuştur. İstatistiksel analizlere göre deneme sonunda gruplar arasında yağ oranına ilişkin farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$)

Balıkların yenilebilir kısımlarının kül miktarları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 5.5. Deneme başı ve deneme sonunda gruplardaki balıkların vücut kompozisyonları

Besin Maddesi (%)	Deneme Başı	Gruplar	
		Deneme Sonu	
		Balık Yağı (YemI)	Aspir Yağı (YemII)
Nem	79.19±0.02 ^a	78.48±0.48 ^b	77.95±0.26 ^b
Ham Protein	17.50±0.50 ^b	17.56±0.66 ^b	17.96±0.33 ^a
Ham Yağ	1.78±0.04 ^b	1.80±0.09 ^b	1.92±0.04 ^a
Ham Kül	1.67±0.14 ^b	1.59±0.19 ^b	1.88±0.15 ^a

Balıkların yenilebilir kısımlarından ekstrakte edilen yağ örnekleri, yağ asitleri metil esterlerine dönüştürülerek Gaz Kromatografisi ile analiz edilmiş ve yağ asiti yüzdeleri hesaplanmıştır.

Çizelge 5.6. Balık etindeki yağ asidi değerleri

Yağ Asitleri	Başlangıç	Balık Yağı Grubu	Aspir Yağı Grubu
C14:0	4.55±0.16 ^a	3.77±0.26 ^a	1.54±0.12 ^b
C16:0	13.50±0.23 ^a	15.56±0.38 ^a	12.00±0.15 ^b
C18:0	2.37±0.19 ^a	2.47±0.16 ^a	2.47±0.16 ^a
C20:0	0.25±0.03 ^a	0.31±0.02 ^a	0.30±0.07 ^a
ΣSAFA	20.66±0.12 ^a	22.10±0.53 ^a	16.69±0.24 ^b
C16:1	6.07±0.17 ^a	3.30±0.23 ^b	1.75±0.08 ^c
C18:1ω9-c	18.22±0.58 ^a	16.21±0.30 ^a	14.77±0.55 ^b
C20:1	1.90±0.04 ^a	1.77±0.04 ^a	1.67±0.07 ^b
C24:1	0.23±0.03 ^b	0.36±0.03 ^a	0.12±0.01 ^c
ΣMUFA	26.42±0.74 ^a	21.64±0.29 ^b	18.51±0.48 ^c
C18:3ω3	1.38±0.04 ^a	1.20±0.07 ^a	1.40±0.09 ^a
C20:5ω3	3.25±0.14 ^a	2.22±0.07 ^b	2.65±0.16 ^a
C22:6ω3	17.60±0.76 ^a	17.63±0.58 ^a	17.31±0.51 ^a
ΣPUFA ω3	22.22±0.60 ^a	21.04±0.56 ^a	21.20±0.21 ^a
C18:2ω6-c	15.67±0.55 ^b	19.12±0.28 ^a	16.83±0.37 ^b
C18:2ω6-t	1.15±0.03 ^c	1.49±0.10 ^b	1.89±0.05 ^a
C18:3ω6-γ	0.26±0.01 ^a	0.25±0.01 ^a	0.23±0.01 ^a
C18:3ω6	0.20±0.01 ^b	0.18±0.00 ^b	0.23±0.01 ^a
C20:4ω6	1.23±0.00 ^a	0.20±0.02 ^c	0.45±0.08 ^b
ΣPUFA ω6	18.51±0.52 ^b	21.25±0.35 ^a	19.48±0.35 ^b

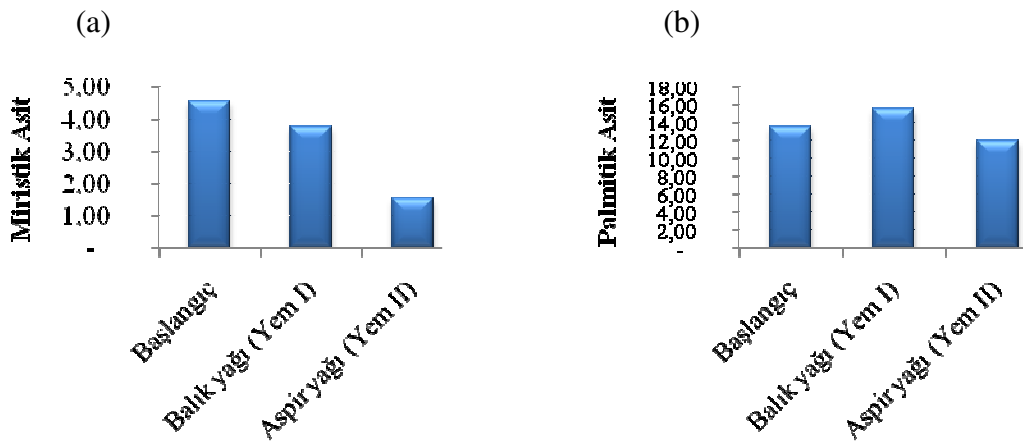
Balık etindeki doymuş yağ asidi (SAFA) miktarlarına bakıldığında, Miristik asit (C14:0) sırasıyla; deneme başlangıcında % 4.55±0.16, balık yağı grubunda % 3.77±0.26 ve aspir yağı grubunda % 1.54±0.12 olarak tespit edilmiş (Çizelge 5.6. ve Şekil.5.6.a), deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.05).

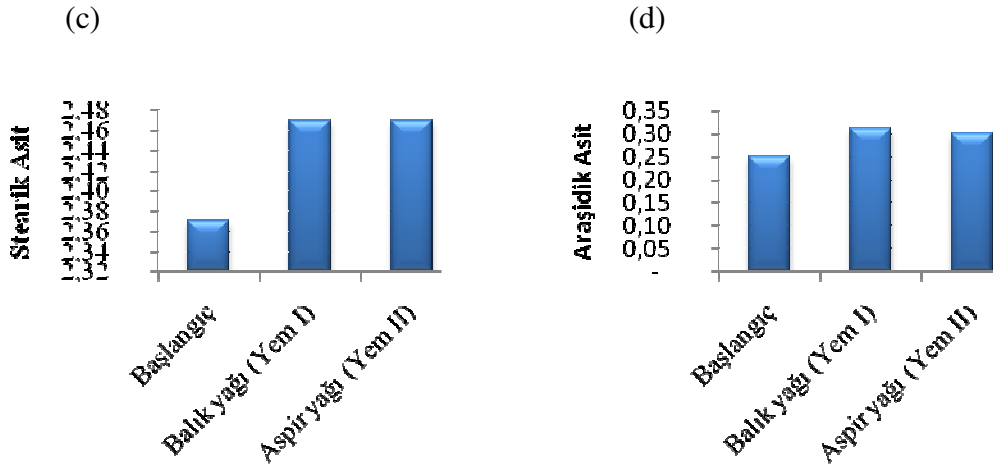
Doymuş yağ asitleri içerisinde en yüksek olan Palmitik Asit (C16:0) incelendiğinde sırasıyla; deneme başlangıcında % 13.50±0.23, balık yağı grubunda % 15.56±0.38 ve aspir yağı grubunda % 12.00±0.15 olarak tespit edilmiş olup (Çizelge 5.6. ve Şekil.5.6.b), deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.05).

Stearik Asit (C18:0) miktarları sırasıyla; deneme başlangıcında % 2.37±0.19, balık yağı grubunda % 2.47±0.16 ve aspir yağı grubunda % 2.47±0.16 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.6. ve Şekil 5.6.c). C18:0 değerleri bakımından deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0.05).

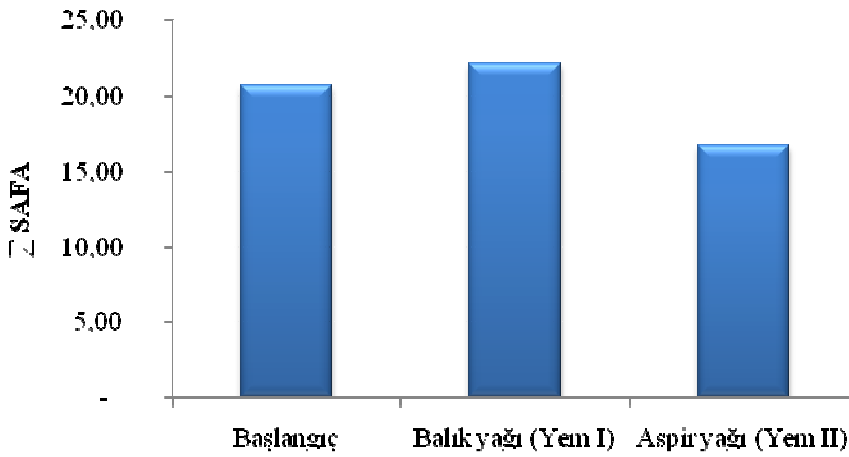
Araşidik Asit (C20:0) miktarları sırasıyla; deneme başlangıcında % 0.25±0.03, balık yağı grubunda % 0.31±0.02 ve aspir yağı grubunda % 0.30±0.07 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.6. ve Şekil 5.6.d). C20:0 değerleri bakımından deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (p>0.05).

Araştırma sonunda, balık etlerindeki toplam doymuş yağ asitleri dağılımına bakıldığında en yüksek % 22.10±0.53 ile balık yağı grubunda bulunurken en düşük % 16.69±0.24 ile aspir yağı grubundan elde edilmiştir (p<0.05) (Çizelge 5.6. ve Şekil.5.7.).





Şekil 5.6. Deneme balıklarında; Miristik asit (C14:0, a), Palmitik asit (C16:0, b), Stearik asit (C18:0, c), Araşidik asit (C20:0, d) miktarları



Şekil 5.7. Deneme balıklarında toplam SAFA dağılımı (%)

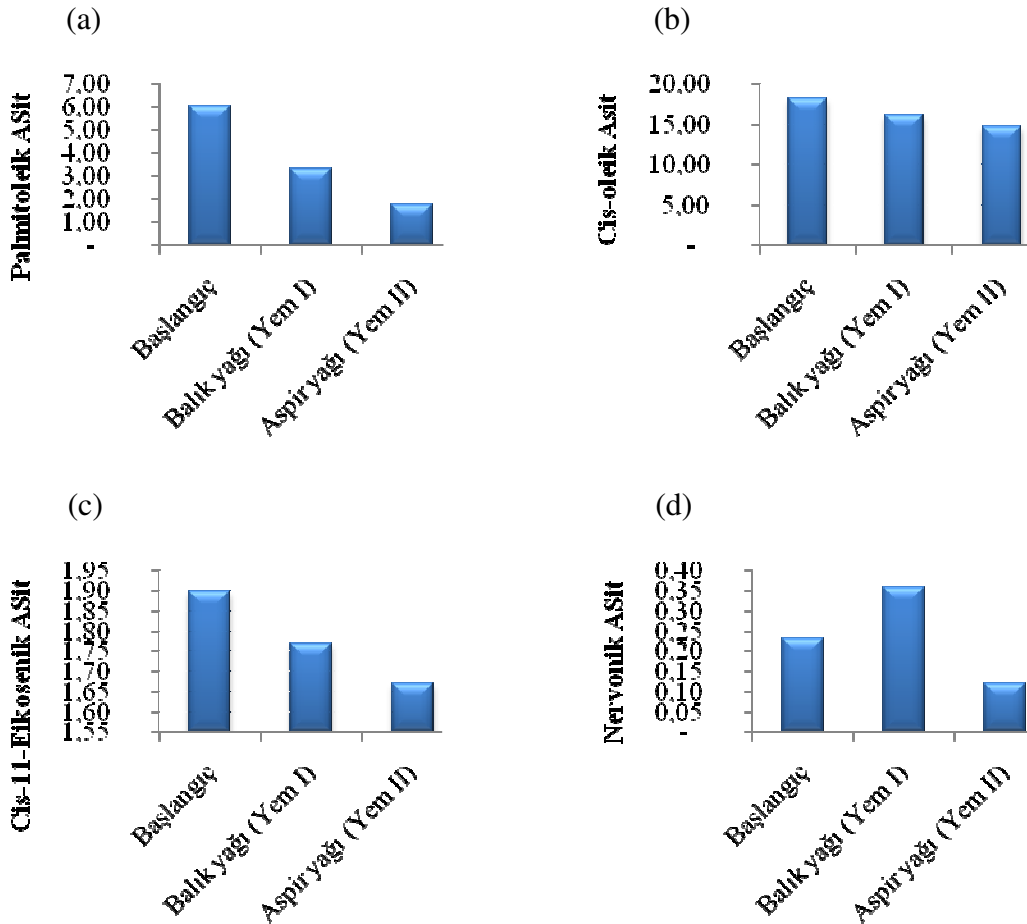
Balık etindeki tekli doymamış yağ asidi (MUFA) miktarlarına bakıldığında, Palmitoleik Asit (C16:1) sırasıyla; deneme başlangıcında % 6.07 ± 0.17 , balık yağı grubunda % 3.30 ± 0.23 ve aspir yağı grubunda % 1.75 ± 0.08 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.6. ve Şekil 5.8.a). C16:1 değerleri bakımından deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Tekli doymamış yağ asitleri içerisinde en yüksek olan Cis-Oleik Asit (C18:1 ω 9-c) incelendiğinde sırasıyla; deneme başlangıcında % 18.22 ± 0.58 , balık yağı grubunda % 16.21 ± 0.30 ve aspir yağı grubunda % 14.77 ± 0.55 olarak tespit edilmiş olup (Çizelge

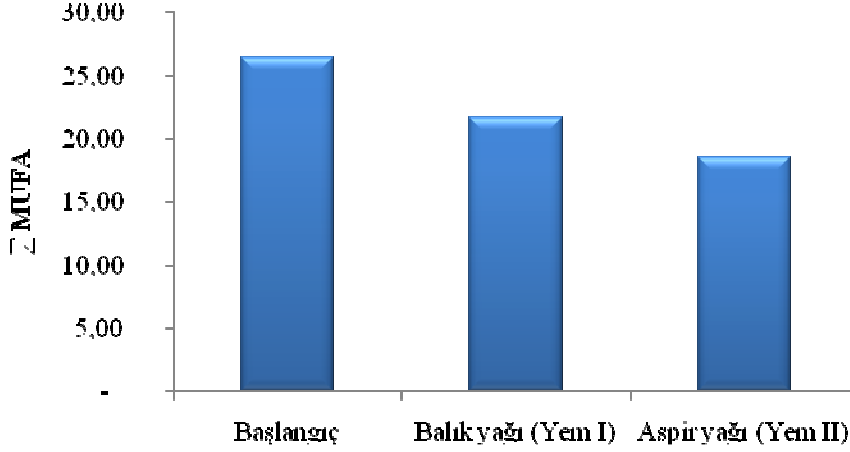
5.6. ve Şekil 5.8.b), deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Cis-11-Eikosenoik Asit (C20:1) miktarları sırasıyla deneme başlangıcında % 1.90 ± 0.04 , balık yağı grubunda % 1.77 ± 0.04 ve aspir yağı grubunda % 1.67 ± 0.07 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.6. ve Şekil.5.8.c). C20:1 değerleri bakımından deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Araştırma sonunda, balık etlerindeki toplam tekli doymamış yağ asitleri dağılımına bakıldığında en yüksek % 26.42 ± 0.74 ile deneme başlangıcındaki grupta bulunurken en düşük % 18.51 ± 0.48 ile aspir yağı grubundan elde edilmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 5.6. ve Şekil 5.9.)



Şekil 5.8. Deneme balıklarında Palmitoleik Asit (C16:1,a), Cis-Oleik Asit (C18:1), Cis-11-Eikosenoik Asit (C20:1,c), Nervonik Asit (C24:1,d) miktarları



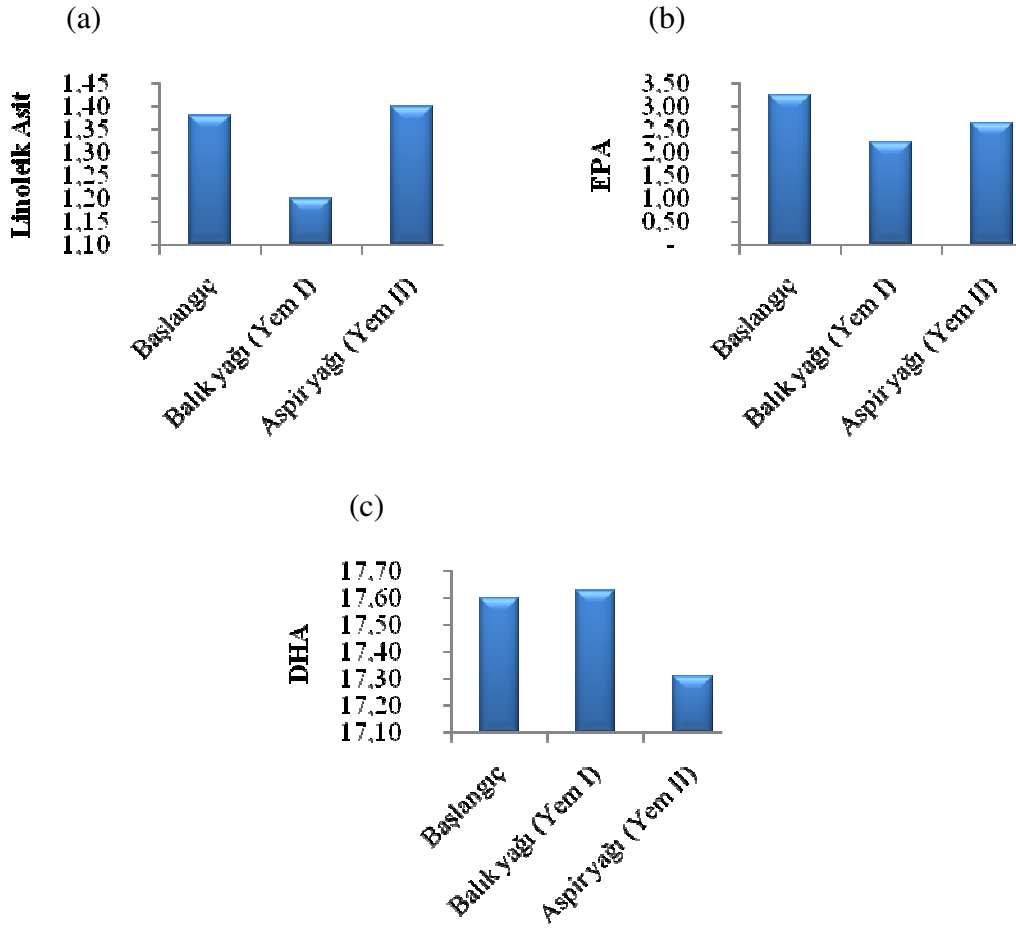
Şekil 5.9. Deneme balıklarında toplam MUFA dağılımı (%)

Balık etindeki $\omega 3$ miktarlarına bakıldığında, Linolenik Asit (C18: 3 ω -3) sırasıyla deneme başlangıcında % 1.38 \pm 0.04, balık yağı grubunda % 1.20 \pm 0.07 ve aspir yağı grubunda % 1.40 \pm 0.09 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.6. ve Şekil 5.10.a). C18:3 ω -3 değerleri bakımından deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

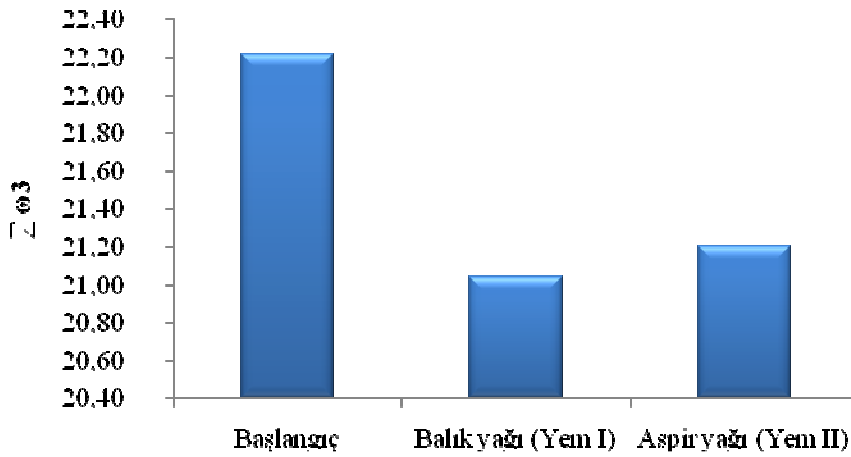
Cis-5,8,11,14,17-Eikosapentaenoik Asit -EPA (C20:5 ω 3) miktarları sırasıyla deneme başlangıcında % 3.25 \pm 0.14, balık yağı grubunda % 2.22 \pm 0.07 ve aspir yağı grubunda % 2.65 \pm 0.16 olarak tespit edilmiş olup (Çizelge 5.6. ve Şekil 5.11.b), deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Çoklu doymamış yağ asitlerinden $\omega 3$ içerisinde en yüksek olan Cis-4,7,10,13,16,19-Dokosahekzanoik Asit-DHA (C22:6 ω 3) incelendiğinde sırasıyla deneme başlangıcında % 17.60 \pm 0.76, balık yağı grubunda % 17.63 \pm 0.58 ve aspir yağı grubunda % 17.31 \pm 0.51 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.6. ve Şekil 5.10.c). C22:6 ω 3 değerleri bakımından deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

Araştırma sonunda, balık etlerindeki toplam çoklu doymamış yağ asitlerinden $\omega 3$ dağılımına bakıldığında en yüksek % 22.22 \pm 0.60 ile deneme başlangıcındaki grupta en düşük % 21.04 \pm 0.56 ile balık yağı grubunda elde edilmiştir ($p > 0.05$) (Çizelge 5.6. ve Şekil 5.11.).



Şekil 5.10. Deneme balıklarında Linolenik Asit (C18:3 ω -3), Cis Cis-5,8,11,14,17-Eikosapentaenoik Asit –EPA (C20:5 ω 3), Cis-4,7,10,13,16,19-Dokosahekzanoik Asit-DHA (C22:6 ω 3) miktarları



Şekil 5.11. Deneme balıklarında toplam ω 3 dağılımı (%)

Çoklu doymuş yağ asitleri $\omega 6$ içerisinde en yüksek olan Cis-Linoleik Asit (C18:2 $\omega 6$ -c) incelendiğinde sırasıyla deneme başlangıcında % 15.67 \pm 0.55, balık yağı grubunda % 19.12 \pm 0.28 ve aspir yağı grubunda % 16.83 \pm 0.37 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.6. ve Şekil 5.12.a). C18:2 $\omega 6$ -c değerleri bakımından deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

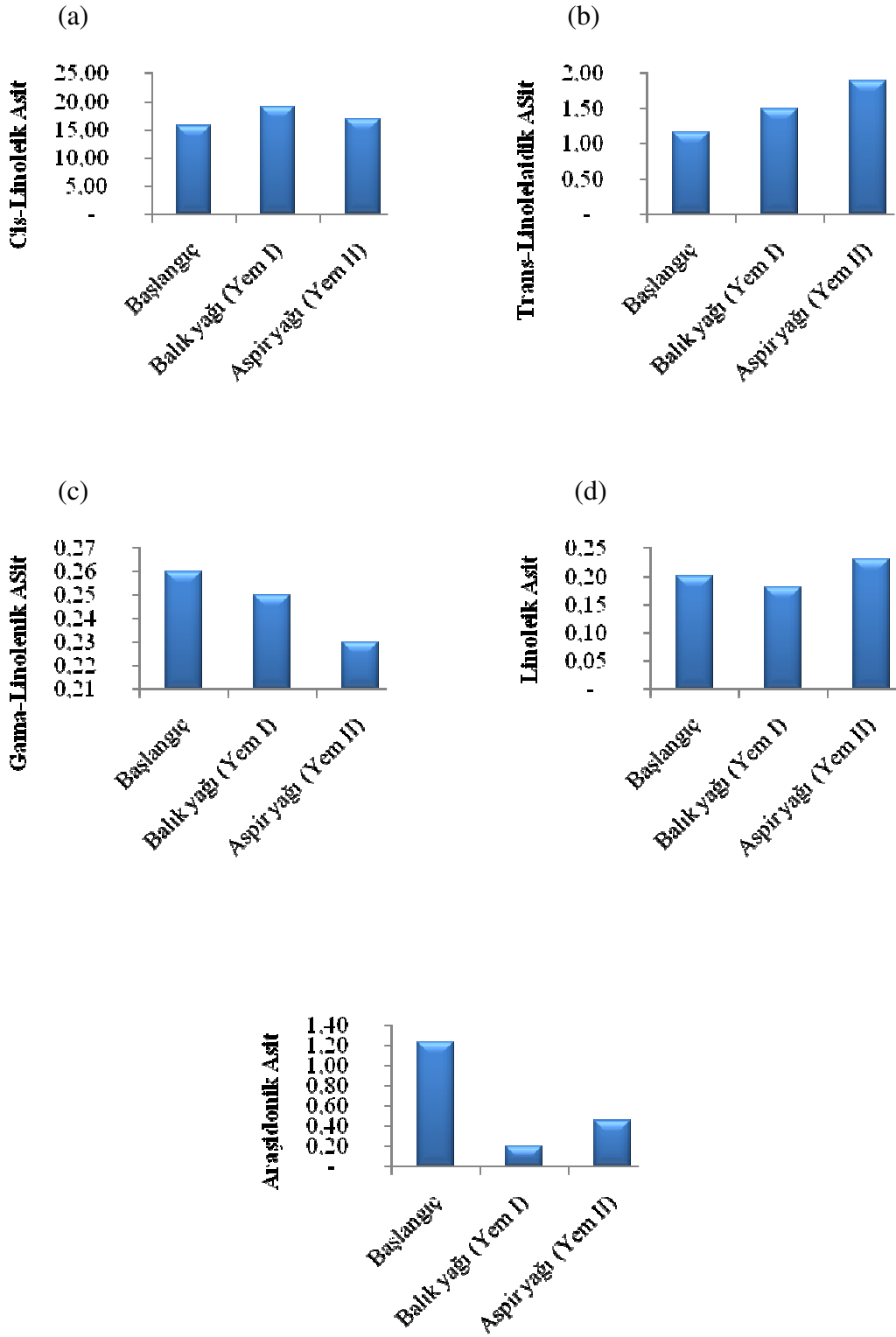
Trans-Linolelaidik Asit (C18:2 $\omega 6$ -t) sırasıyla deneme başlangıcında % 1.15 \pm 0.03, balık yağı grubunda % 1.49 \pm 0.10 ve aspir yağı grubunda % 1.89 \pm 0.05 olarak tespit edilmiş olup (Çizelge 5.6. ve Şekil 5.12.b), deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Gama-Linolenik Asit (C18:3 $\omega 6$ - γ) sırasıyla deneme başlangıcında % 0.26 \pm 0.01, balık yağı grubunda % 0.25 \pm 0.01 ve aspir yağı grubunda % 0.23 \pm 0.01 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.6. ve Şekil 5.12.c). C18:3 $\omega 6$ - γ değerleri bakımından deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

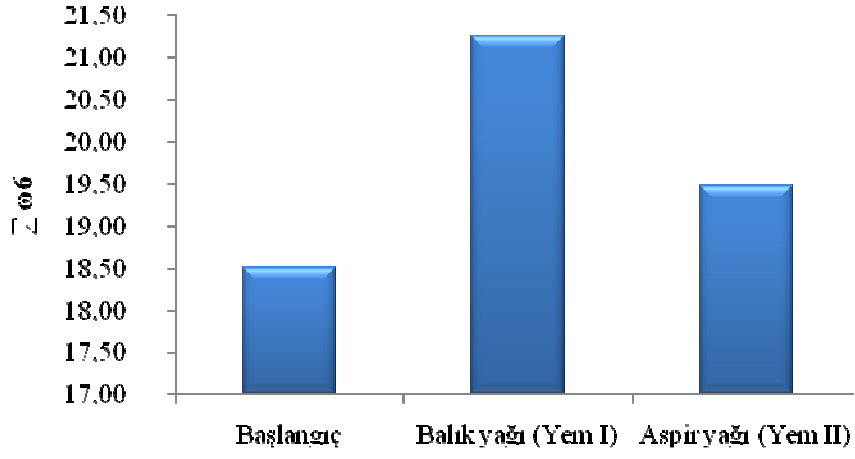
Linoleik Asit (C18:3 $\omega 6$) sırasıyla deneme başlangıcında % 0.20 \pm 0.01, balık yağı grubunda % 0.18 \pm 0.00 ve aspir yağı grubunda % 0.23 \pm 0.01 olarak tespit edilmiş olup (Çizelge 5.6. ve Şekil 5.12.d), deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Araşidonik Asit (C20:4 $\omega 6$) sırasıyla deneme başlangıcında % 1.23 \pm 0.00, balık yağı grubunda % 0.20 \pm 0.02 ve aspir yağı grubunda % 0.45 \pm 0.08 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.6. ve Şekil 5.12.e). C20:4 $\omega 6$ değerleri bakımından deneme grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Araştırma sonunda, balık etlerindeki toplam çoklu doymamış yağ asitlerinden $\omega 6$ dağılımına bakıldığında en yüksek % 21.25 \pm 0.35 ile balık yağı grubunda bulunurken en düşük % 18.51 \pm 0.52 ile deneme başlangıcında elde edilmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 5.6. ve Şekil 5.13.).



Şekil 5.12. Deneme balıklarında Cis-Linoleik Asit (C18:2 ω 6-c), Trans-Linolelaidik Asit (C18:2 ω 6-t), Gama-Linolenik Asit (C18:3 ω 6- γ), Linoleik Asit (C18:3 ω 6), Araşidonik Asit (C20:4 ω 6) miktarları



Şekil 5.13. Deneme balıklarında toplam ω_6 dağılımı (%)

6. TARTIŞMA

Bu çalışmada, yağ kaynağı olarak aspir yağı ve balık yağı kullanılarak hazırlanmış yemlerin kalkan balığında büyüme performansı, yem değerlendirme ve balık etinin kimyasal kompozisyonuna etkisi incelenmiştir. Bu araştırma ile kalkan balığı yeminde aspir yağı kullanılıp kullanılmayacağı sorusuna açıklık getirilmeye çalışılmıştır.

Deneme süresince, su parametreleri günlük olarak ölçülmüş ve değerlerin yetiştiricilik için uygun sınırlarda olduğu tespit edilmiştir. Denemede balıkların büyüme performansına etki edecek çevresel faktörlerden kaynaklanan herhangi bir olumsuzluk ya da ölüm görülmemiştir. Su parametrelerinin (Çizelge 5.1.), tolere edilebilir sınırlar içinde olduğu tespit edilmiştir. Atlantik kalkanında 40-50 g büyüklükte bireyler için optimum su sıcaklığı 16-19°C'dir. 10 g ağırlıkta bireylerde ise +2°C daha yükselerek 16-22°C olmaktadır. Kalkan balığının büyümesi 14°C'nin altında ve 20°C'nin üzerinde hızla azalma gösterir (Person-Le Ruyet, 2002). Spesifik büyüme oranı ve yem değerlendirme sayısı da benzer şekilde su sıcaklığı ile ilişkilidir. Yemin sindiriminde 20°C ve üst tolerans sınırlarının etkisi fizyolojik olarak da gözlenmiştir (Person-Le Ruyet, 2002). Bu çalışmada deneme boyunca ölçülen minimum ve maksimum su sıcaklığı değerleri 15.3-21.2°C olup ortalama su sıcaklığı ise 18.35°C olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, yeme katılan aspir yağının kalkan balığının büyüme performansı (canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı ve canlı ağırlıkça büyüme oranı) üzerinde balık yağına kıyasla olumlu bir etki yarattığı saptanmıştır (Çizelge 5.2). Denemede canlı ağırlık artışı balık yağı grubunda 114.51 g, aspir grubunda ise 124.47 g; spesifik büyüme oranı balık yağı grubunda 0.58, aspir yağı grubunda 0.65; canlı ağırlıkça büyüme oranı balık yağı grubunda % 83.86, aspir yağı grubunda ise % 100.33 olarak tespit edilmiştir.

820 g ortalama ağırlığa sahip kalkan balıkları ile yapılan bir çalışmada % 60 proteinli, % 20 ve % 25 yağ içeren yemlerle % 10 ve % 15 yağ içeren yemler karşılaştırılmış ve sonuçta yüksek yağ içeren yemlerin (% 20 ve % 25) hem büyümeyi hem de tüm vücut kompozisyonunu olumsuz etkilediği tespit edilmiştir (Regost ve ark., 2001).

Yemlerdeki bitkisel ve hayvansal yağ kaynaklarının karşılaştırıldığı benzer çalışmalarda, çipura balığının kanola yağı, kolza yağı, keten tohumu yağı ve soya yağını (Glencross ve ark., 2003a,b; Izquierdo ve ark., 2005), levrek balığının kolza yağı, keten tohumu yağı, soya yağı, ve zeytin yağını (Montero ve ark., 2005; Mourente ve ark., 2005; Schulz ve ark., 2005), somon balığının kolza yağı, keten tohumu yağı, soya yağı ve palmye yağını (Rosenlund ve ark., 2001; Gordon ve ark., 2002; Bell ve ark., 2001, 2003), yine levrek balığının soya ve ayçiçeği yağını (Şener ve ark., 1995) değerlendirmesi ve balıkların büyüme parametreleri açısından balık yağına kıyasla herhangi bir olumlu etki tespit edilmemiştir.

Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre gruplar arasında yem tüketimi ve yem değerlendirme sayıları bakımından farklılık olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.3.). En iyi yem değerlendirme sayısı 0.90 ile aspir yağı grubunda elde edilmiş olup, balık yağı grubunda ise 1.07 olarak belirlenmiştir. Bu durum, aspir yağının kalkan balığı yemi için iyi bir enerji kaynağı olduğunu ve yem alımında olumlu etki yarattığını göstermektedir. Yem değerlendirme sayısı bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemli olduğu gibi canlı ağırlık artışı bakımından gruplar arasındaki fark da istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Çalışmada elde edilen yem etkinlik değeri gruplar arasında farklılık göstermektedir (balık yağı grubunda 0.94, aspir yağı grubunda 1.12) (Çizelge 5.3.). López ve ark. (2006), yemlere farklı oranlarda katılan balık yağının *Atractoscion nobilis* yavrularının yem alımı ve büyüme performansı üzerine etkisini araştırıldıkları çalışmada, yemdeki yüksek balık yağı düzeylerinin (% 19.5-% 21.5) yem tüketimini olumsuz etkileyerek büyümeyi yavaşlattığını bildirmiştir.

Yem değerlendirme sayısı, beslenme ve büyüme arasındaki ilişkiyi gösterir. Balığa verilen yemin ağırlığa dönüşümünün bir ölçüsüdür. Düşük yem değerlendirme sayısı yüksek büyüme oranının göstergesidir. Schulz ve ark. (2005), *Sander lucioperca* yavrularında farklı yağ kaynaklarını kullandıkları (balık yağı, keten tohumu yağı, soya fasulyesi yağı) çalışmalarında yem değerlendirme sayısının 3.27 ile 3.52 arasında olduğunu tespit etmişler; bu sonucun otomatik yemlemeden kaynaklandığını ve pembe levrek yavruları için otomatik yemleyicilerin uygun olmadığını bildirmişlerdir. Bu durum, bu çalışmada kalkan balıklarını elle doyuncaya kadar yemlemenin doğru bir seçim olduğunun göstergesi olarak da değerlendirilebilir.

Yem değerlendirme sayısına ilişkin elde edilen değerler (Aspir yağı içeren yem için 0.90- balık yağı içeren yem için 1.07), Drew ve ark. (2007)'nin gökkuşağı alabalığı yeminde balık yağının tamamı yerine kanola yağını (0.95-1.11) ve Nielsen ve ark. (2005)'nin balık yağının tamamı yerine kolza yağını (0.90-0.94) kullandıkları çalışmalarda elde ettikleri değerlerle benzerlik göstermektedir. Glencross ve ark. (2003a)'nin ipura balığı yeminde balık yağının tamamı yerine kanola yağını (0.96-1.55), Glencross ve ark. (2003b)'nin ipura balığı yeminde balık yağının tamamı yerine kanola yağı ve soya yağını (1.33-1.50), Bell ve ark. (2001)'nin somonda balık yağı yerine farklı oranlarda hurma yağını (0.75-0.78) kullandıkları çalışmalarda ve Liu ve ark. (2004)'nin balık yağının bir kısmının yerine soya yağı ve mısır yağının (% 10) değişimi ile yaptıkları çalışmada (0.75-0.81), Caballero ve ark. (2002)'nin balık yağının bir kısmının yerine soya yağı, kolza yağı, palmiye yağı ve zeytinyağının % 60-80 değişimi ile yaptıkları çalışmada (0.72-0.78) ve Madrigal ve ark. (2005)'nin gökkuşağı alabalığı yeminde balık yağının tamamı yerine palmiye yağını kullandıkları çalışmalarda (1.44-1.79) elde edilen değerler bu çalışmada elde edilen değerlerden farklılık göstermektedir. Bu farklılığın, denemelerde kullanılan balık türü, bitkisel yağ kaynağı çeşidi, balık ağırlığı, deneme süresi, yemleme rejimi ve denemede kullanılan suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinden kaynaklanmış olabileceği dşnlmektedir.

104 günlük denemenin sonunda, balık etinde yapılan protein analizlerinde balık yağı grubu ile aspir yağı grubu arasında istatistiksel açıdan önemli bir farkın olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Balık yağı grubunda balık etindeki protein oranı % 17.56 aspir yağı grubunda ise % 17.96 olarak bulunmuştur. Elde edilen bulgularda aspir yağı içeren yemle beslenen gruptaki balıkların karkas yapılarındaki protein miktarı balık yağı içeren yemle beslenen balıkların karkas yapısındaki protein miktarından daha yüksek çıkmıştır.

Regost ve ark. (2002), kalkan balığında soya yağı ve keten tohumu yağını balık yağının tamamı yerine kullandıkları çalışmada, rasyonun protein oranını % 57.5, yağ oranını ise % 16.5 olarak belirlemişlerdir. Soya yağı katılmış yem ile beslenen balıklarda balık etindeki protein oranını % 17.70, keten tohumu yağı katılmış yemle beslenen balıklarda ise % 17.00 olarak bulmuşlardır.

Bu çalışmada elde edilen balık etindeki protein değerleri kalkan balığındaki diğer çalışmalarda elde edilen değerlerden farklılık göstermemektedir.

Deneme sonunda balık eti örneklerinde yapılan yağ analizi sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesinde, balık yağı grubu ile aspir yağı grubu arasında balık etindeki yağ miktarı bakımından tespit edilen farkın önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$; Çizelge 5.5). Protein seviyesinin % 45-50 olduğu yemlerde deniz balıkları yağı oranı yüksek tutulmaktadır. Oysa protein seviyesi % 55 olan yemlerde yağ oranının % 12'den yüksek olmasından kaçınılmalıdır. Yüksek yağ oranı balıkta aşırı yağ depolanmasına yol açmaktadır (Person-Le Ruyet, 2002). 820 g ortalama ağırlığa sahip kalkan balıkları ile yapılan çalışmada % 60 proteinli ve % 20 ve % 25 yağ içeren yemlerle % 10 ve % 15 yağ içeren yemler karşılaştırılmış ve sonuçta yüksek yağ içeren yemlerin (% 20 ve % 25) balık etinde yüksek yağ birikimi ve deri altındaki dokularda yağ tabakası oluşumuna neden olduğu tespit edilmiştir (Regost ve ark., 2001).

Bu çalışmadaki ham kül değerleri, balık yağı grubunda % 1.59 ve aspir yağı grubunda % 1.88 olarak bulunmuştur ($p<0.05$). Bu değerler Turchini ve ark. (2003)'nin kahverengi alabalıkta (58.4 g) % 1.2 olarak buldukları değer ile paralellik göstermekte olup, Şener ve Yıldız (2003)'in gökkuşuğu alabalığında (5.78 g) % 2.05-2.53, Glencross ve ark. (2003a)'nin çipura balığında (24.1 g) % 4.39-4.88, Regost ve ark., (2001)'nin kalkan balığında (660 g) % 3.6-3.9, belirledikleri değerlerden ise daha düşüktür. Bu farklılıkların, araştırmalarda kullanılan balıkların büyüklüğünden ve yem kompozisyonundan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada kullanılan yemlerin yağ asiti kompozisyonları incelenmiş olup balık yağı yeminde toplam doymuş yağ asiti (SAFA) değerleri % 27.23, aspir yağı yeminde ise % 14.96 olarak bulunmuştur. Balık yağı yemi ile aspir yağı yemi arasında toplam doymuş yağ asiti değerleri bakımından istatistiksel fark olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Huang ve ark. (2007) *Pagrus major* yavrularının yağ asiti kompozisyonu ve büyüme performansı üzerine yaptıkları çalışmada, farklı oranlarda kullandıkları kanola yağı (% 0, % 25, % 48, % 70) ile hazırlanmış yemlerde toplam SAFA miktarını, kontrol yeminde % 22.10, % 25 kanola yağı içeren yemde % 19.40, % 48 kanola yağı içeren yemde % 14.30 ve % 70 kanola yağı içeren yemde % 11.50 olarak bulmuşlardır. Huang ve ark. (2007)'nin elde ettiği sonuçlar bu çalışmada elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında balık yağı yeminde elde edilen değerden düşük olduğu, aspir yağı yeminde elde edilen değerlerle ise benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Regost ve ark. (2003) balık yağı yerine soya yağı ve kolza yağı içeren (% 100) yemlerle beslenen kalkan balıklarının (579 g) büyüme performansı ve balık etindeki yağ asiti kompozisyonu üzerine yaptıkları çalışmada, balık yağı yerine soya yağı ve kolza yağı içeren yemlerde toplam SAFA miktarını kontrol yeminde % 21.70, soya yağı yeminde % 19.1 ve kolza yağı yeminde % 17.4 olarak bulmuşlardır. Bu sonuçların mevcut çalışmada aspir yağı içeren yemde belirlenen değerden daha yüksek olduğu gözlenmiş olup, aradaki farklılığın rasyonda kullanılan hammadde ve bitkisel yağların yağ asidi kompozisyonlarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Madrigal ve ark. (2005) gökkuşacağı alabalığının doku yağ asitleri ve büyümesi üzerine yaptıkları çalışmada farklı oranlarda hurma yağı (% 0, % 25, % 50, % 100) ile hazırlanmış yemlerde toplam SAFA miktarını kontrol yeminde % 29.30 olmak üzere, % 25, % 50 ve % 100 hurma yağı içeren yemlerde sırasıyla % 35.80, % 39.10 ve % 44.10 olarak tespit etmiş olup hurma yağı oranı arttıkça SAFA miktarı da artmıştır. Bu sonuç, hurma yağının SAFA miktarının aspir yağından daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmada, deneme yemlerinde baskın olan SAFA yağ asitinin palmitik asit olduğu tespit edilmiştir. SAFA yağ asitlerinden palmitik asit miktarı balık yağı yeminde % 18.87, aspir yağı yeminde ise % 10.49 olarak bulunmuştur ($p < 0.05$).

Şener ve Yıldız (2003), gökkuşacağı alabalıklarında soya ve ayçiçeği yağı kullanarak hazırladıkları yemlerde, palmitik asit miktarını kontrol yeminde % 17.51, soya yağı ilaveli yemde % 12.88 ve ayçiçeği yağı ilaveli yemde % 9.79 olarak tespit etmişlerdir. Bu değerler, bu çalışmada elde edilen değerlerle paralellik göstermektedir.

Turchini ve ark. (2003), bitkisel kaynaklı yağ içeren (% 10.3 kanola ve olein yağı) kahverengi alabalık yemlerinde baskın halde bulunan SAFA'ların miristik asit, palmitik asit ve stearik asit olduğunu tespit etmişlerdir. Kanola yağı ile hazırlanmış yemdeki palmitik asit miktarı % 12.40 ve olein yağı ile hazırlanmış yemdeki palmitik asit miktarı ise % 19.40 olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada ise aspir yağı yemi içerisindeki palmitik asit değerleri soya yağı ilaveli yemdeki palmitik asiti değerinden daha yüksek, olein ve kanola yağı yemindeki palmitik asit değerinden daha düşük bulunmuştur. Bu sonucun aspir yağının diğer yağlara göre palmitik asit değerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, deneme yemleri ile beslenen kalkan balıklarının yenilebilir et kısmındaki yağ asiti kompozisyonlarının yemlerdeki yağ asiti kompozisyonlarını yansıttığı tespit edilmiştir. Balık etindeki toplam SAFA miktarları balık yağı grubunda % 22.10 ve aspir yağı grubunda ise % 16.69 olarak tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Turchini ve ark. (2003), kanola yağı ilaveli yemlerle beslenen kahverengi alabalığın kas dokusunda, toplam SAFA miktarını % 22.41 olarak tespit etmişlerdir. Yağ asitlerinin tespiti ile ilgili yapılan bir başka çalışmada Rinchar ve ark. (2007), zeytin yağı ve keten tohumu yağı karışımı ilaveli yemlerle beslenen gökkuşacağı alabalıklarının dokularında toplam SAFA miktarını % 19.50 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada ise aspir yağı grubundaki toplam SAFA miktarı daha düşük bulunmuştur. Bu sonucun aspir yağı yeminin yağ asidi kompozisyonundaki SAFA miktarından kaynakladığı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, deneme yemlerinde toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) balık yağı yeminde % 26.24 ve aspir yağı yeminde % 27.55 olarak belirlenmiştir ($p<0.05$).

Regost ve ark. (2003) balık yağı yerine soya yağı ve kolza yağı içeren (% 100) yemlerle beslenen kalkan balıklarının (579 g) büyüme performansı ve balık etindeki yağ asiti kompozisyonu üzerine yaptıkları çalışmada, balık yağı yerine soya yağı ve kolza yağı içeren yemlerde toplam MUFA miktarını kontrol yeminde % 47.10, soya yağı yeminde % 29.8 ve kolza yağı yeminde % 25.5 olarak bulmuşlardır. Bu sonuçların mevcut çalışma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği gözlenmiştir.

Turchini ve ark. (2003), toplam MUFA miktarını kanola yağı içeren yemde % 49.90 ile en yüksek, olein yağı içeren yemde % 26.20 ile en düşük oranda tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, aspir yağı yemindeki toplam MUFA miktarı, Turchini ve ark. (2003)'nın yaptıkları çalışmadaki olein yağı içeren yemle benzerlik göstermektedir.

Araştırmada, deneme yemlerinde MUFA'lardan en fazla oleik asit tespit edilmiştir. Oleik asit kontrol yeminde % 18.26, aspir yağı yeminde ise % 24.18 olarak bulunmuştur ($p< 0.05$).

Bu çalışmada, deneme yemleri ile beslenen kalkan balıklarının etinin yenilebilir kısımlarından elde edilen yağ asit kompozisyonlarındaki değişimler yemlerdeki yağ asiti kompozisyonlarını yansıtmaktadır. Balık etindeki toplam MUFA miktarları balık

yağı grubunda % 21.64 ve aspir yağı grubunda ise % 18.51 olarak tespit edilmiştir (p<0.05).

Grant ve ark. (2008), chinook salmonları için hazırlanan yemlerde farklı oranlarda kanola yağı (% 11, % 22, % 33, % 43, % 54) kullanmışlar ve oleik asit miktarını sırasıyla % 25.0, % 29.8, % 34.9, % 38.5, % 43.4 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada ise aspir yağında bulunan oleik asit miktarının (% 24.18) kanola yağında bulunan oleik asit miktarından daha düşük olması, balık etine yansıyan oleik asit miktarlarının düşük olmasına sebep olmuştur.

MUFA oranı, bu grubun temel bileşeni oleik asit olduğundan, yüksek derecede oleik asit oranına bağlıdır (Beklevik, 2005). Alaşalvar ve ark. (2002) deniz levreğinde, Rinchar ve ark. (2007) gökkuşaağı alabalığında, Izquierdo ve ark. (2005) çipurada, Huang ve ark. (2008) chinook salmonda, Bell ve ark. (2003) Atlantik alabalığında MUFA'ların büyük bir kısmını oleik asidin oluşturduğunu belirtmişlerdir. MUFA'lar yumurta ve gonad gelişimi için ihtiyaç duyulan ve metabolik enerjiyi sağlayabilmek için büyük oranda katabolize edildiklerinden dolayı balık etlerinde en fazla depolanan yağ asitidir (Sargent, 1995). Bu çalışmada da, deneme yemleri ile beslenen kalkan balıklarında MUFA'lardan baskın halde bulunan yağ asitinin oleik asit olduğ u belirlenmiştir. Oleik asit miktarları balık yağı grubunda % 16.21, aspir yağı grubunda ise % 14.77 olarak bulunmuştur (p<0.05).

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

Huang ve ark. (2007), *Pagrus major* yavrularında farklı oranlarda (% 33, % 67, % 100) kanola yağı içeren yemlerle beslemede balık etindeki oleik asit miktarının % 35.1-52.2 arasında değişt iğini bildirmişlerdir. Bell ve ark. (2003) ise Atlantik alabalığında, balık yağı yerine farklı oranlarda hurma yağı (% 0, % 25, % 50 ve % 100) içeren yemlerle beslemede balık etinde oleik asit miktarının % 22.0-38.6 arasında değişt iğini tespit etmişlerdir.

Araştırma sonuçlarına göre deneme yemlerinde toplam çoklu doymamış yağ asitleri ($\omega 3$) miktarları, balık yağı yeminde % 20.34 ve aspir yağı yeminde % 17.21 olarak belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Regost ve ark. (2003) balık yağı yerine soya yağı ve kolza yağı içeren (% 100) yemlerle beslenen kalkan balıklarının (579 g) büyüme performansı ve balık etindeki yağ asiti kompozisyonu üzerine yaptıkları çalışmada, balık yağı yerine soya yağı ve kolza yağı içeren yemlerde toplam $\omega 3$ miktarını kontrol yeminde % 24.10, soya yağı yeminde % 15.5 ve kolza yağı yeminde % 43.9 olarak bulmuşlardır. Bu sonuçların mevcut çalışma sonuçlarından daha düşük (soya yağı) ya da daha yüksek olduğu (balık yağı, kanola yağı) gözlenmiş olup, aradaki farkın rasyonda kullanılan hammadde ve bitkisel yağların yağ asidi kompozisyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Balık yağlarının çoğunda, $\omega 3$ serisi yağ asitlerinden EPA ve DHA yağ asitlerinin baskın olduğu görülmektedir. Uzun zincirli yağ asitleri genel olarak balık yağının 1/4'ünü veya 1/3'ünü oluşturur ve bu özellikleri ile bitkisel yağlardan ayrılırlar. PUFA'lar bitkisel yağların nadiren % 5'ini ve genellikle de % 1'ini oluştururlar (Beklevik, 2005).

Bu çalışmada, deneme yemleri ile beslenen kalkan balıklarında $\omega 3$ miktarları incelendiğinde, tüm $\omega 3$ 'lerin içerisinde en fazla bulunan yağ asitinin EPA ve DHA olduğu bulunmuştur. Deneme balıklarının etindeki EPA miktarları balık yağı grubunda % 2.22, aspir yağı grubunda % 2.65 ($p < 0.05$); DHA miktarları ise balık yağı grubunda % 17.63, aspir yağı grubunda % 17.31 olarak bulunmuştur ($p > 0.05$). Deneme yemlerindeki EPA ve DHA'nın oranının balık etine yansıdığı tespit edilmiştir. Bu sonuç benzer şekilde, Regost ve ark. (2003)'nin kalkan balığında, Bell ve ark. (2003)'nin somon balığında, Huang ve ark. (2007)'nin *Pagrus major* yavrularında, Grant ve ark. (2008)'nin chinook salmonunda, Turchini ve ark. (2003)'nin kahverengi alabalıkta, Izquierdo ve ark. (2005)'nin çipura balığında, Montero ve ark. (2005)'nin levrek balığında tespit ettiği sonuçlarla uyum göstermektedir.

Araştırma sonuçlarına göre deneme yemlerinde toplam $\omega 6$ miktarları, balık yağı yeminde % 20.49 ve aspir yağı yeminde % 18.55 olarak belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Regost ve ark. (2003) balık yağı yerine soya yağı ve kolza yağı içeren (% 100) yemlerle beslenen kalkan balıklarının (579 g) büyüme performansı ve balık etindeki yağ

asiti kompozisyonu üzerine yaptıkları çalışmada, balık yağı yerine soya yağı ve kolza yağı içeren yemlerde toplam $\omega 6$ miktarını kontrol yeminde % 6.3, soya yağı yeminde % 36.2 ve kolza yağı yeminde % 16.3 olarak bulmuşlardır. Bu sonuçların mevcut çalışma sonuçlarından daha düşük (kolza yağı ve balık yağı) ya da daha yüksek olduğu (soya yağı) gözlenmiş olup, aradaki farkın rasyonda kullanılan hammadde ve bitkisel yağların yağ asidi kompozisyonlarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Deneme yemleri ile beslenen kalkan balıklarının yenilebilir kısımlarından elde edilen yağ asidi kompozisyonundaki toplam $\omega 6$ değerleri, balık yağı grubunda % 21.25, aspir yağı grubunda ise % 19.48 olarak bulunmuştur. Balık yağı grubu ile aspir yağı grubu arasında istatistiksel olarak fark olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Regost ve ark. (2003) balık yağı yerine soya yağı ve kolza yağı içeren (% 100) yemlerle beslenen kalkan balıklarının (579 g) büyüme performansı ve balık etindeki yağ asiti kompozisyonu üzerine yaptıkları çalışmada, toplam $\omega 6$ değerlerini kontrol yemiyle beslenen balıklarda % 6.9, soya yağı grubunda % 26.3 ve kolza yağı grubunda % 13.6 olarak bulmuşlardır. Bu çalışmadaki verilerle karşılaştırıldığında, yemdeki $\omega 6$ oranının balık etine benzer şekilde yansıdığı tespit edilmiştir.

Sheehan ve ark. (1994), doğal beslenen ve yapay yemle beslenen kalkan balıklarının etinde yaptıkları analizler sonucunda gruptaki balıkların protein-yağ içerikleri açısından birbirleri arasında fark bulunmamasına rağmen yağ asidi içerikleri bakımından fark olduğunu ve bu durumun yağ asidi içerikleri farklı besinlerle beslenmelerinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

7. SONUÇ

Bu araştırmada elde edilen sonuçlardan hareketle, aspir yağı içeren yemle beslenen kalkan balıkları ile balık yağı içeren yemle beslenen kalkan balıkları arasında büyüme performansı, vücut kompozisyonu ve yağ asiti kompozisyonları açısından istatistiksel öneme sahip farklar olmasına rağmen değerlerin birbirinden çok uzak olmadığı görülmektedir. Bu alışma ile gelecekte yetiştiricilik açısından önemli bir yere gelmesi beklenen kalkan balığının yemlerinde, balık yağına alternatif olarak aspir yağının kullanılabilceği belirlenmiştir. Aspir yağı kullanımında balık etindeki yağ asidi kompozisyonu balık yağı kullanılan yemle karşılaştırıldığında bazı yağ asitleri bakımından önemli farklılık olduğu görülmektedir. Bu nedenle gelecekte yapılacak çalışmalarda aspir yağı ile balık yağı ve aspir yağı ile soya yağı, kanola yağı, ayçiçeği yağı gibi çeşitli bitkisel yağ kaynaklarının kombinasyonunun kullanıldığı yemlerle beslemenin hem büyüme performansı ve yem değerlendirme hem de balık eti yağ asiti kompozisyonu üzerine etkilerinin araştırılması gerektiği düşünölmektedir.

8. KAYNAKLAR

- Akşıray, F. 1954.** Türkiye Deniz Balıkları Tayin Anahtarı. İst. Üni. Fen Fak. Hidrobiyoloji Arş. Enst. Sayı 1, Pulhan Matbaası İstanbul, 283 s.
- Akyıldız, A. R. 1984.** Yemler Bilgisi Laboratuvar Klavuzu. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:895, Uygulama Klavuzu: 213, Ankara Üniv. Basımevi, Ankara, 236 s.
- Alaşalvar, C., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shah, D.F., Alexis, M. 2002.** Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): Total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. Food Chemistry, 79: 145-150.
- Amaoka, K., Yosedo, K., Şahin, T., Üstündag, C., Çiftçi, Y. 2001.** Flatfishes (Order Pleuronectiformes) Found in Black Sea and Its Adjacent Waters. Special publication No.1, Central Fisheries Research Institute, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Trabzon, Turkey, 27, Pp.
- Anonim, 2004.** Fatty acids. www.pjonline.com
- Anonim, 2010a.** www.afyonkarahisartarim.gov.tr
- Anonim, 2010b.** www.bitkisel-tedavi.com
- AOAC, 1995.** Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Arnaiz, R. 1994.** Diversesification in the Turbot Endustry. Turbot Culture: Problems and Prospects. eds: Lavens P. and Remmerswaal R.A.M., European Aquaculture Society, Special Publication No:22, Gent,166-181, Belgium, 358, Pp.
- Aydın, İ. 2008.** Karadeniz kalkan balığı (*Psetta maxima* Linnaeus,1758) yumurta kalitesinin blastomer morfolojisi ile tahmin edilmesi ve triploid uygulamasının yumurta kalitesine etkilerinin belirlenmesi. Rize Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi 90 s.
- Beg, A. 1993.** Status and Potential of Some Oilseed Crops in the WANA Region. Aleppo, ICARDA, 38 p.
- Beklevik, G. 2005.** Farklı avlanma mevsimlerinin, deniz levreğinin (*Dicentrarchus labrax*, LİNNE, 1758) kimyasal kompozisyonu ve dondurularak

depolamada (-18°C) kimyasal ve duyusal kalite kriterlerine etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 125 s.

- Bell, J.G., McEvoy, J., Tocher, D.R., McGhee, F., Campbell, P.J., Sargent, J.R. 2001.** Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. *The Journal of Nutrition*, 131: 1535-1543.
- Bell, J.G., Henderson, R.J., Tocher, D.R., McGhee, F., Dick, J.R., Porter, A., Smullen, R.P., Sargent, J.R. 2002.** Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects muscle fatty acid composition and hepatic fatty acid metabolism. *The Journal of Nutrition*, 132: 222-230.
- Bell, J.G., Tocher, D.R., Henderson, R.J., Dick, J.R., Crampton, V.O. 2003.** Altered Fatty acid compositions in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing linseed and rapeseed oils can be partially restored by a subsequent fish oil finishing diet. *The Journal of Nutrition*, 133: 2793-2801.
- Blig, E., Dyer, W. 1959.** A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification, *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 37, 911-917.
- Bromley, P.J., 1980.** Effect dietary protein, lipid and energy content on the growth of turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 19; 359-369.
- Caballero, M.J., Obach, G., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M., Izquierdo, M.S. 2002.** Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 214: 253-271.
- Caceres , M.C., Roa, M., Métailler, R. 1984.** Nutritional Requirements of Turbot (*Scophthalmus maximus*), I. A Preliminary Study of Protein and Lipid Utilization. *World Aquaculture Society*, 15: 191-202.
- Chanet, B. 2003.** Interrelationships of Scophthamid fishes (Pleuronectiformes: Scophthalmidae) *Cybium*, 27: 275-286.
- Chereguini, O., Garcia de la Banda, I., Rasines, I. Fernandez, A. 1999.** Artificial fertilization in turbot, *Scophthalmus maximus* (L.): different methods and

determination of the optimal sperm-egg ratio, *Aquaculture Research*, 30: 319- 324.

Cunquer, J.A. 2000. Fatty acid analysis of blood plazma of patient with Alzheimer's disease, other type of dementia, and cognitive impairment, *Lipids*, vol. 35: pp 1305-1311.

Cowey, C.B., Pope., J.A., Adron, J.W. Blair A. 1972. Studies on the nutrition of marine flatfish. The protein requirement of plaice (*Pleuronectes platessa*). *British Journal Of Nutrition*, 28: 447-456.

Çelikkale, M. S. 1999. İç su Balıkları ve Yetiştiriciliği, Cilt 1, İkinci Baskı, K.T.Ü.Sürmene Deniz Bilimleri Fak. Yayınları, Fakülte Yayın No: 2, Trabzon, 409 s.

Çiftçi, Y., Üstündağ, C., Erteken, A., Özongun, M., Ceylan, B., Haşimoğlu, A., Güneş, E., Yosedo, K., Sakamoto, F., Nezaki, G., Hara, S. 2002. Karadeniz'de kalkan balığı (*Psetta maxima*) yavru üretim tekniği. Özel yayın No: 2, Tarım ve köyşleri bakanlığı, su ürünleri merkez araştırma enstitüsü, Trabzon, Türkiye ve Japonya Uluslar Arası İşbirliği Ajansı:1-80.

Demirci M., Esendal E., Geçgel U., Taşan M. 2003. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) yağının yağ asiti kompozisyonu ve besin değeri. Türkiye I. yağlı tohumlar, bitkisel yağlar ve teknolojileri sempozyumu bildirileri 22/23 Mayıs 2003 İstanbul. Yayın no:107.

Demirci, M. 2003. Gıda Kimyası. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, II. Baskı, Tekirdağ, 219 s.

Drew, M.D., Ogunkoya, A.E., Janz, D.M., Van Kessel, A.G. 2007. Dietary influence of replacing fish meal and oil with canola protein concentrate ve vegetable oils on growth performance, fatty acid composition and organoclorine residues in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 267: 260-268.

Erdem, Y. 1997. Karadeniz'de Avlanan Kalkan (*Scophthalmus meaoiticus*) Balıklarının Galsama Ağları ile Seçiciliğinin Belirlenmesi, Ondokuz Mayıs Ün. Fen Bilimleri Enst. Samsun (Doktora Tezi).

- Erdem, M., Ergün, S. 2000.** Yeme Farklı Oranlarda Katılan Sentetik Astaksantin Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) Et Rengi Üzerine Etkisi. Türk Vet. ve Hayvancılık Derg., Cilt 24: 577-583.
- FAO, 2009.** Fishery and Aquaculture Statistics. Food and Agriculture Organization, Roma.
- Fisher, W. 1987.** Shneider, M., Bauchet, M.L., Mediterranee et Mer Noire Zone De Peche 37, Volume II, Vertebres, Des Nations Unies Pour L'Alimentation et L'Agriculture FAO et CEE Rev., Rome, pp: 1280-1289.
- Francis, D.S., Turchini, G.M., Jones, P.L., De Silva, S.S. 2006.** Effects of dietary oil source on growth and filet fatty acid composition of Murray cod, *Maccullochella peelii peelii*. Aquaculture, 253: 547-556.
- Francois, L.E., Bernstein, L. 1964.** Salt Tolerance of Safflower. Journal of Agronomy 54: 38-40.
- Froese, R., Pauly, D. 2007.** Fish base. www.fishbase.org
- Girin, M. 1979.** Méthodes de Production des Juvéniler Chez Trois Poissons Marins, Le bar, La Sole et Le Turbot, Repports Scientifiques et Techniques, Publications 39, CNEXO, France, 202 pp.
- Glencross, B., Hawkins, W., Curnow, J. 2003a.** Evaluation of canola oils as alternative lipid resources in diets for juvenile red seabream, *Pagrus auratus*. Aquaculture Nutrition, 9: 305-315.
- Glencross, B.D., Hawkins, W. E., Curnow, J.G. 2003b.** Restoration of the fatty acid composition of red seabream (*Pagrus auratus*) using a fish oil finishing diet after grow-out on plant oil based diets. Aquaculture Nutrition, 9: 409-418.
- Goltz, A. 1979.** Die Zuwachsrates als Betriebwirtschaftliche Kennzahl zur Beurteilung der Effektivitaet des Tiereninsatzes, Z. Binnenfischerei DDR, 7: 212-214.
- Gordina, A.D. 1990.** Spawning of the Black Sea Turbot (*Psetta maeotica*) in the Black Sea in May and June of 1987, Ekologiya Morya, Fasc. 35: 40-43.

- Gordina, A.D., Morochkovskiy, V.A. 1995.** Abundance and Distribution of Eggs of Black Sea Turbot (*Psetta maeotica*) in the Vicinity of Sevastopol, Institute of Biology of the Southern Seas, Ukrainian Academy of Sciences Sevastopol, Hydrobiologicals Journal 31, 3, 76-86.
- Gordon, D.T., Ratliff V. 1992.** The implications of omega-3 fatty acids in human health, Advances in Seafood Biochemistry Composition and Quality, Ed. By George L. Flick, 406 pp.
- Gorga, C. 1998.** A new selected comments on lipids, Quality Assurance of Seafood Appendix 1, 245 pp.
- Grant, A.A.M., Baker, D., Higgs, D.A., Brauner, C.J., Richards, J.G., Balfry, S.K., Schulte, P.M. 2008.** Effects of dietary canola oil level on growth, fatty acid composition and osmoregulatory ability of juvenile fall chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Aquaculture, 277: 303-312.
- Hagstrup, I.P. 2001.** Marine n-3 fatty acids, wine intake, and heart rate variability in patients referred for coronary angiography, Circulation, vol. 103, pp 651-657.
- Hara, S. 2002.** Present status of fish culture development project in the Black Sea under JICA program, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2, 1-3.
- Helland S. J., Grisdale- Helland, B. 1998.** Growth, feed utilization and body composition of juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed diets differing in ratio between the macronutrients. Aquaculture, 166: 49-56.
- Howell, B.R., Scott, A.P. 1989.** Ovulation Cycles and Post Ovulatory Deterioration of Eggs of the Turbot (*Scophthalmus maximus* L), Rap.P.V. Cons. Int. Explor. Mer., 191,21-26 pp.
- Huang, S.S.Y., Oo, A.N., Higgs, D.A., Brauner, C.J., Satoh, S. 2007.** Effect of dietary canola oil level on the growth performance and fatty acid composition of juvenile red sea bream, *Pagrus major*. Aquaculture, 271: 420-43.
- Huang, S.S.Y., Fu, C.H.L., Higgs, D.A., Balfry, S.K., Schulte, P.M., Brauner, C.J. 2008.** Effects of dietary canola oil level on growth performance, fatty acid

composition and ionoregulatory development of spring chinook salmon parr, *Oncorhynchus tshawytscha*. *Aquaculture*, 274: 109-117.

Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K. Nakayama, T. 1996. An Improved Method for Rapid Analysis of The Fatty Acids of Glycerolipids, *Lipids*, 31, 535-539.

Ivanov, L., Beverton, R.J.H. 1985. The Fisheries Resources of the Mediterranean , Part 2, Black Sea *Etud. Rev., CGPM*, (1985) pp:60, 135. Ukrainian Academy of Sciences Sevastopol, *Hydrobiologicals Journal* 31, 3, 76-86.

Izquierdo, M.S., Obach, G., Arantzamendi, L., Montero, D., Robaina, L., Rosenlund, G. 2003. Dietary lipid sources for seabream and seabass: growth performance, tissue composition and flesh quality. *Aquaculture Nutrition*, 9: 397- 407.

Izquierdo, M.S., Montero, D., Robaina, L., Caballero, M.J., Rosenlund, G., Ginés, R. 2005. Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long term period. Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding. *Aquaculture*, 250:431-444.

J. Gordon, B., McGhee, F., Campbell, P.J., Sargent, J.R. 2003. Rapeseed oil as an alternative to marine fish oil in diets of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) changes in flesh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil “wash out”. *Aquaculture* 218: 515-528

Jones, A. 1974. The Growth of Turbot Farming in Europe, *Ferme Marine de Douhet – BP 4, 17840 La Bree Les Bains-France*.

Jobling, M. 1995. *Fish Bioenergetics*, Chapman&Hall Fish And Fisheries Series 13, London.

Karpetkova, M. 1964. On the Distribution and Migration of the Turbot along the Bulgarian Coast of the Black Sea, *Izv. Zool. Inst., Bulg. Akad. Nauk.* 16, 61-85.

Kayahan, M. 2003. *Yağ Kimyası*. ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş., Ankara

- Kjørsvik, E., Hoehne-Reitan, K. Reitan, K.I. 2003.** Egg and larval quality criteria as predictive measure for juvenile production in turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture*, 227: 9-20.
- Konar, V., Canpolat, A., Yılmaz, Ö. 1999.** *Capoeta trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus*'un kas dokularındaki total lipid ve yağ asidi miktar ve bileşimlerinin üreme periyodu süresince değişimi. *Tr.J. of Biology*, 23: 319-330.
- Kümeli 2006.** Yağlar. www.taylankumeli.com
- Lee, S. M., Cho, S. H., Kim, K. D., 2000.** Effects of dietary protein and energy levels on growth and body composition of juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Journal of the World Aquaculture Society*, Vol. 31, (3): 306-315
- Lee, S. M., Park, S. H., Bang, I. C. 2002.** Dietary protein requirement of young Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* fed isocoloric diets. *Fisheries science* 68: 158-164.
- Lee, J. K., Cho, S. H., Park, S.U., Kim, K. D., Lee, S. M. 2003.** Dietary protein requirement for young turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture, Nutrition*, 9: 283-286.
- Liewes, E.W. 1984.** *Culture, Feeding and Diseases of Commercial Flatfish Species*, A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands, 104 s.
- Liu, K.K.M., Barrows, F.T., Hardy, R.W., Dong, F.M. 2004.** Body composition, growth performance, and product quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing poultry fat, soybean/corn lecithin, or menhaden oil. *Aquaculture*, 238: 309-328.
- López, L.M., Torres, A.L., Durazo, E., Drawbridge, M., Bureau, D.P. 2006.** Effects of lipid on growth and feed utilization of white seabass (*Atractoscion nobilis*) fingerlings. *Aquaculture*, 253: 557-563.
- Madrigal, J.F., Karalazos, V., Campbell, P.J., Bell, J.G., Tocher, D.R. 2005.** Influence of dietary palm oil on growth, tissue fatty acid compositions, and

fatty acid metabolism in liver and intestine in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 11: 241-250.

- Martins, D., Gomes, E., Rema, P., Dias, J., Ozorio, R.O.A., Valente, L.M.P. 2006.** Growth, digestibility and nutrient utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles fed different dietary soybean oil levels. *Aquaculture International* 14(3):285-295.
- Maslova, O.N. 2002.** Problems and Achievements in Seed Production of Black Sea Turbot in Russia. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2: 23-27.
- Mater, S. Uçal, O., Kaya, M. 1989.** Türkiye Deniz Balıkları Atlası, No. 123, Ege Ün. Fen Fak. İzmir, 94 s.
- Mc Evoy, L. 1989.** A Reproduction of Turbot (*Scophthalmus maximus* L) in Captivity, *Caudernos de Area de Ciencias Marinas, Seminario de Etudes Galegos*, pp: 9-28.
- Mc Evoy, L.A. 1992.** Multiple Spawning in Several Commercial Fish Species and Its Consequences for Fisheries Management Cultivation and Experimentation, *Journal of Fish Biology*, 41: 125-136.
- Menoyo, D., Lòpez-Bote, C. J., Bautista, J. M., Obach, A. 2003.** Growth, digestibility and fatty acid utilization in large Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed varying levels of n-3 and saturated fatty acids. *Aquaculture*, 225: 295–307.
- Montero, D., Robaina, L., Caballero, M.J., Ginés, R., Izquierdo, M.S. 2005.** Growth, feed utilization and flesh quality of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing vegetable oils: A time-corces study on the effect of a re-feeding period with a 100% fish oil diet. *Aquaculture*, 248: 121-134.
- Moteki, M., Yoseda, K., Şahin, T., Üstündağ, C., Kohno, H. 2001.** Transition from endogenous to exogenous nutritional sources in larval Black Sea turbot *Psetta maxima*. *Fisheries Sciens*, 67: 571-578.

- Mourente, G., Good, J.E., Bell, J.G. 2005.** Partial substitution of fish oil with rapeseed, linseed and olive oils in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax*): effects on flesh fatty acid composition, plasma prostaglandins E₂ and E_{2a}, immune function and effectiveness of a fish oil finishing diet. *Aquaculture Nutrition*, 11: 25-40.
- Mugnier, C. 2001.** Induction and synchronization of spawning in cultivated turbot *Scophthalmus maximus* L. broodstock by implantation of a sustained-release GnRH-a pellet. *Aquaculture*, 181: 241-255.
- Nagaraj, G., Devi, G.N., Srinivas, C.V.S. 2001.** Safflower Petals and their Chemical Composition. Proc. V. International Safflower Conference, July 23-27, 2001, USA.
- Nas, S., Gökalp, Y.H., Ünsal, M. 2001.** Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Matbaası, 322 s.
- Nettleton, J. A. 2000.** Seafood nutrition in the 1990's issues for the consumer, *Seafood Science and Technology*, chapter 4, Ed. By Graham Bligh Canadian. Inst. of Fish Tech., 32-39 pp.
- Nielsen, N.S., Götttsche, J.R., Holm, J., Xu, X., Mu, H., Jacobsen, C. 2005.** Effect of structured lipids based on fish oil on the growth and fatty acid composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 250: 411-415.
- Person-Le Ruyet, J. 2002.** Turbot (*Scophthalmus maximus*) grow-out in Europe: Practices, results and prospects. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 2: 29- 39.
- Popova, V. P. 1954.** On the Distribution of the Turbot in the Black Sea, Tr. Vees. Nauchna, Issled, Inst, Morsk. Rbyon. Khoz. Okeqn. Ogr., 28, in Russian, pp: 151- 9.
- Regost, C., J., Arzel, M., Cardinal, M., Robin, J., Laroche, M. and Kaushik, S., J. 2001.** Dietary Lipid Level, Hepatic Lipogenesis and Flesh Quality in Turbot (*Psetta maxima*), *Aquaculture*, 193: 291-309.

- Regost, C., Arzel, J., Robin, J., Rosenlund, G., Kaushik, S. J. 2003.** Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in turbot (*Psetta maxima*) 1. Growth performance, flesh fatty acid profile, and lipid metabolism. *Aquaculture*, 217:465–482.
- Rinchard, J., Czesny, S., Dabrowski, K. 2007.** Influence of lipid class and fatty acid deficiency on survival, growth, and fatty acid composition in rainbow trout juveniles. *Aquaculture*, 264: 363-371.
- Rosenlund, G., Obach, A., Sandberg, M.G., Standal, H., Tveit, K. 2001.** Effect of alternative lipid sources on long term growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture Research*, 32: 323-328.
- Rusell, F.S. 1976.** *The Eggs and Planctonic Stages of British Marine Fishes*, Academic Press, New York, USA, 245 pp.
- Saether, B., S., Jobling, M. 2001.** Fat Content in Turbot Feed Influence on Feed Intake, Growth and Body Composition, *Aquaculture Research*, 32, 6, 451-458.
- Sargent, J.R. 1995.** Origins and functions of egg lipids: Nutritional implications. (Edited by Bromage, N.R., Roberts R.J). *Broodstock Management and Egg and Larval Quality*. Blackwell, Oxford, pp. 353-372.
- Schulz, C., Knaus, U., Wirth, M., Rennert, B. 2005.** Effects of varying dietary fatty acid profile on growth performance, fatty acid, body and tissue composition of juvenile pike perch (*Sander lucioperca*). *Aquaculture Nutrition*, 11: 403-413.
- Sheehan, E., M., Sheehy, P., J., A., Morrissey, P., A., Fitzgerald, R. 1994.** Compositional Anaysis on Wild and Farmed Turbot and Fish Feeds in Ireland, *Turbot Culture: Problems and Prospects* , Laves P.and R.A.M. Remmerswaal (Eds.) European Aquaculture Society, Special Publication No:22, Gent, Belgium, 1994.

- Silva, S., D., Anderson, T., A. 1995.** Fish Nutrition In Aquaculture, Chapman&Hall, Aquaculture Series 1, London.
- Slastenenko, E. 1956.** Karadeniz Havzası Balıkları, Rusça'dan çeviren; Altan, H.E., E.B.K. Umum Müdürlüğü, İstanbul, 711 s.
- Stone, J. N. 1996.** Fish consumption, fish oil, lipids and coronary heart disease, America Heart Association, 94: 2337-2340.
- Subhadra, B., Lochmann, R., Rawles, S., Chen, R. 2006.** Effect of dietary lipid source on the growth, tissue composition and hematological parameters of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). Aquaculture, 255:210-222.
- Şahin, T. 2001.** Larval Rearing of the Black Sea Turbot, *Scophthalmus maximus* (Linnaeus, 1758), under Laboratory Conditions, Turkish Journal of Zooloji, 25, 447 – 452.
- Şahin, T., Üstündağ, C. 2003.** Effect of different rearing systems on survival rate of hatchery reared Black Sea Turbot (*Scophthalmus maximus*), Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 3: 25-27.
- Şener, E., Yıldız, M. 1997.** Effect of dietary supplementation with soybean oil, sunflower oil or fish oil on the growth of seabass (*Dicentrarchus labrax L. 1758*). Proceeding of the Workshop of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), Jointly Organized by CIHEAM, FAO and IEO Mazarron (Spain), 24-26 June 1996. Sci. Eds. A. Tacon, B. Basurco. 1997, 225-233
- Şener, E., Yıldız, M. 2003.** Effect of the different oil on growth performance and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss W., 1792*) juveniles. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 3:111-116.
- Şener, E., Yıldız, M., Savaş, E. 2006.** Effect of vegetable protein and oil supplementation on growth performance and body composition of Russian sturgeon juveniles (*Acipenser guldenstaedtii Brandt,1833*) at low temperatures. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science, 6:23-27.

- Tacon, A.G. 2004.** Use of fish meal and fish oil in aquaculture: a global perspective. *Aquaculture Resources, Culture and Development* 1(1):3-14.
- Talikina, M.G. 1972.** Oogenesis and sexual cycle of the black sea turbot (*Scophthalmus maeoticus maeoticus*), Azov and Black Sea Research Institute for Sea Fisheries and Oceanography, Kerch, pp: 377-384.
- Teles, A.O., Cerqueira, A.L., Goncalves P. 1999.** The Utilization of Diets Containing High Levels of Fish Protein Hydrolysate by Turbot, *Aquaculture*, 179, 1: 195-201.
- Turchini, G.M., Mentasti, T., Frøyland, L., Orban, E., Caprino, F., Moretti, V.M., Valfré, F. 2003.** Effects of alternative dietary lipid sources on performances, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo trutta* L.). *Aquaculture*, 225:251- 267.
- TÜİK, 2009.** 2008 Yılı Su Ürünleri İstatistikleri. www.tuik.gov.tr
- TÜGEM, 1993.** Türkiye'deki Kıyı alanlarında Su Ürünleri Yetiştiriciliğine Uygun Yerlerin Tespiti, Cilt 2, Macalister Elliot ve Ortakları Ltd., Ankara, 226 s.
- Venkataramiah, A., Lakshmi, G.J., Gunter, G. 1975.** Effect of protein level and vegetable matter on growth and food conversion efficiency of brown shrimp, *Aquaculture*, 5,2.
- Weiss, E.A. 1971.** Safflower. In: Castor, Sesame and Safflower, Barnes and Noble Inc., New York, USA, 593-613 pp.
- Weiss, E.A., 1983.** Safflower: In: Oilseed Crops, Tropical Agriculture Series, Longman Inc., Leonard Hill Books, New York, USA.
- Xue, M., Luo, L., Wu, X., Ren, Z., Gao, P., Yu, Y., Pearl, G. 2006.** Effects of six alternative lipid sources on growth and tissue fatty acid composition in Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*). *Aquaculture*, 260:206–214.

Yaman Dernekbaşı, S. 2008. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerinde kanola yağını kullanma olanakları. Doktora Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 110 s.

ÖZGEÇMİŞ

1984 Yılında Mardin'in Ömerli ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2003 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesini kazandı ve 2007 yılında mezun oldu. 2007 yılında Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Sinop Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesi'nde yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.