ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ilgın ÖZŞAHİNOĞLU

BALIK YAĞI YERİNE KISMİ OLARAK KULLANILAN BİTKİSEL YAĞ KAYNAKLARININ DENİZ LEVREĞİ (*Dicentrarchus labrax*)'NİN BÜYÜMESİNE VE YAĞ ASİT PROFİLİ ÜZERİNE ETKİLERİ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2010

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIK YAĞI YERİNE KISMİ OLARAKA KULLANILAN BİTKİSEL YAĞ KAYNAKLARININ DENİZ LEVREĞİ(*Dicentrarchus labrax*) 'NİN BÜYÜMESİNE VE YAĞ ASİT PROFİLİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ilgın ÖZŞAHİNOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 03/08/2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

…….....	……..……..	……...
Prof. Dr. Suat DİKEL Danışman	Prof. Dr.Metin KUMLU Üye	Yrd. Doç. Dr. Arzu ÖZLÜER HUNT Üye

Bu Tez Enstitümüz Su Ürünleri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: SÜF2007YL11

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BALIK YAĞI YERİNE KISMİ OLARAKA KULLANILAN BİTKİSEL YAĞ KAYNAKLARININ DENİZ LEVREĞİ (*Dicentrarchus labrax*)' NİN BÜYÜMESİNE VE YAĞ ASİT PROFİLİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ilgın ÖZŞAHİNOĞLU

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Suat DİKEL
Danışman : Doç.Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN
Yıl: 2010, Sayfa: 51
Jüri : Prof. Dr. Suat DİKEL
Prof. Dr. Metin KUMLU
Yrd. Doç.Dr. Arzu Özlüer HUNT

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yumurtalık Deniz Araştırma İstasyonunda yürütülmüştür. Levrek bireylerinde alternatif yağ kaynaklarının büyümeye vücut kompozisyonuna ve yem değerlendirmesine olan etkilerini belirlemek için yapılmıştır. Bu amaçla, 240 bireyden oluşan 3 tekerrürlü gruplar (45±0.05 g) deneme planına gore, sürekli %100 balık yağı ile beslenen kontrol grubu (BY), %50 balık yağı ve % 50 susam yağı ile beslenen grup (BY/SY), %50 balık yağı ve %50 kanola yağı ile beslenen grup (BY/KY), %50 balık yağı ve %50 soya yağı ile beslenen grup (BY/SFY) olarak belirlenmiştir.Deneme 90 gün sürmüştür. Spesifik büyüme oranına, yem ve protein kullanımına diyetin hiçbir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Ancak final ağırlıklarına bakıldığında BY ve BY/SY ile beslenen grubun, BY/KY ve BY/SFY grubundan daha yüksek bir ağırlığa ulaştığı bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Aynı zamanda tüm vücut besin içeriklerinde yağ, kuru madde, ham kül değerlerinde istatistiki açıdan bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). Buna karşın tüm vücut protein değerlerinde BY grubunda ve BY/SFY grubunda istatistiksel açıdan fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Deneme sonunda tüm vücut yağ asit kompozisyonlarına bakıldığında doymuş yağ asitleri ve yüksek doymuş yağ asitleri açısından istatistiki açıdan bir fark bulunmamıştır($p > 0,05$). Tüm vücut yağ asitlerinden linolenik asiti yüksek oranda depo eden grup BY/SY grubu iken, diğer diyet grupları arasından istatistiksel açıdan bir fark bulunmamıştır. Sonuç olarak levrek balığı yetiştiriciliğinde balık yağına alternatif olarak susam yağı kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Levrek, Alternatif Bitkisel Yağ Kaynakları, Soya Yağı, Susam Yağı, Kanola Yağı

ABSTRACT

MSc THESIS

FISH OIL PARTIAL REPLACEMENT BY VEGETABLE OILS IN DIETS FOR EUROPEAN SEABASS (*Dicentrarchus labrax)*; EFFECTS ON GROWTH PERFORMANCE AND FATTY ACIDS PROFILE

Ilgın ÖZŞAHİNOĞLU

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FISHERIES

Supervisor :Prof. Dr. Suat DİKEL
Doç.Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN
Year: 2010, Pages: 51
Jury :Prof. Dr. Suat DİKEL
:Prof. Dr. Metin KUMLU
:Assoc. Prof. Dr. Arzu ÖZLÜER HUNT

This study was conducted in Çukurova University, Faculty of Fisheries, Yumurtalık Marine Station. Triplicate groups of 20 European sea bass (45.15±0,15 g) were fed four cold press-pelleted diets in which the added lipid was 100% fish oil (FO), 50% FO+50% sesame (FO/SO), 50% FO+50% canola oil (FO/CO) and %50 FO+50% soybean oil (FO/SBO) for a period of 90 days. There were no effects of diet on specific growth rate, feed conversion and protein utilization. However, the final body weight of fish fed on FO and FO/SO was significantly higher than the fish fed on FO/CO and FO/SBO ($p \leq 0.05$). Also, no significant difference was found on lipid, dry matter and ash content of whole fish ($p > 0.05$) whereas highest protein content was in fish fed FO and FO/SBO diets ($p < 0.05$). As expected, whole body fatty acid composition mirrored those of dietary treatments. There were no effects of diet on saturated fatty acids and high unsaturated fatty acids ($p > 0,05$) whilst the mono unsaturated fatty acids (primarily 16:1n-7 and 18:1n-9) content of fish fed FO/SO and FO/CO diets ($p < 0.05$). While linolenic was highly deposited in whole body of fish fed FO/SO there were no significant difference was observed in the other dietary treatments (FO, FO/CO and FO/SBO) concerning this fatty acid. Finally, a blend of SO might be used as a substitute for fish oil in the culture of European sea bass.

Key Words: European Sea Bass, Alternative Oil Source, Soybean Oil, Sesame Oil, Canola Oil

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez projemin belirlenmesinden son aşamasına kadar olan her konuda ve özellikle bilimsel anlamdaki tecrübesini benimle paylaşan danışman hocam Prof.Dr. Suat DİKEL ve Doç.Dr. O.Tufan EROLDOĞAN'a, tez projem sırasında bilimsel kaynak ve bilgi anlamında yardımını gördüğüm Yrd.Doç.Dr. Kenan ENGİN'e, tezimin her aşamasında desteğini gördüğüm Yüksek Lisans öğrencisi Pınar MUMOĞULLARINDA'ya, Arş.gör. Hatice Asuman YILMAZ'a ve Uzm. Sunay FIRAT'a, Yumurtalık Araştırma İstasyonundaki personelimize, bana inanıp sürekli cesaret veren asla beni yalnız bırakmayan aileme teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü, Bilimsel Araştırmalar ve Projeler Birimi tarafından SÜF2009YL11 proje koduyla desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I

ABSTRACT II

TEŞEKKÜR III

İÇİNDEKİLER..... IV

ÇİZELGELER DİZİNİ VI

ŞEKİLLER DİZİNİ VIII

SİMGELER VE KISALTMALAR X

1. GİRİŞ 1

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR..... 5

2.1. Avrupa'da Deniz Levreği Yetiştiriciliği 5

2.2. Balık Beslemede Lipitler……... 6

2.2.1. Yağlar ve Yağ asitleri……... 6

2.2.2. Deniz Balıklarında Yağ Asitleri…….. 7

2.2.3. Tatlısu Balıklarında Yağ Asitleri…… 8

2.3. Balık Yemlerinde Kullanılan Balık Yağı…….. 9

2.4.Bitkisel Yağ Kaynakları……. 21

2.4.1. Deniz Balıklarında Bitkisel Yağların Kullanımı…….. 14

2.4.2. Deniz Levreğinde Alternatif Yağ Kaynaklarının Kullanımı……... 15

3. MATERYAL VE METOD 19

3.1. Deneme 19

3.1.1. Denemede Kullanılan Materyaller 19

3.1.2. Deneme Dizaynı ve Yönetimi…..... 21

3.1.3. Deneme Yemlerinin Yapılışı……. 23

3.1.4. Çevresel Parametreler..……..... 23

3.1.5.Balıklardaki Büyüme Parametreleri Ölçümleri. 24

3.1.6.Tüm Vücut Besin Madde Bileşenleri Analizleri.. 24

3.1.6.1. Kuru Madde ve Kül Analizi 24

3.1.6.2. Protein Analizi..... 25

3.1.6.3. Lipit Analizi 26

3.2. İstatistiki Hesaplamalar 27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 29
4.1. BULGULAR 29
4.1.1. Deneme Tanklarındaki Çevresel Parametreler..... 29
4.1.2. Ağırlık Olarak Büyüme..... 29
4.1.3. Besin Madde Bileşenleri..... 33
4.1.1.3. Protein ve Lipit İçerikleri..... 33
4.1.1.4. Kuru Madde ve Ham Kül İçerikleri..... 33
4.2. TARTIŞMA..... 37
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 43
KAYNAKLAR..... 47
ÖZGEÇMİŞ 55

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 2.1. Balık Yağının Türlere Göre Yağ Asit Profilleri …….....…….10

Çizelge 2.2. Balık yağı, bitkisel yağlar ve hayvansal yağların 1980'den 2006 yılına kadar Dünya'daki üretim miktarı (x bin ton)……...……...12

Çizelge 2.3. Balık yağı, bitkisel yağlar ve hayvansal yağlarda bulunan yağ asit kompozisyonları (% toplam yağ asidi)……..……14

Çizelge 3.1. Deneme yemlerinin formülasyonları ……..…...…...20

Çizelge 4.1. Altenatif yağ kaynağı kullanılan levrek bireylerinde 90 günlük deneme sonunda alınan deneme sonu vücut ağırlığı (VA), Canlı ağırlık kazancı (CAK), Spesifik büyüme oranı (SBO), Yem çevrim oranı (YÇO), Protein etkinlik oranı (PEO), Protein üretim değeri ve Yaşama oranı (YO)……...……..32

Çizelge 4.2. 90 süresince alternatif yağ kaynakları ile beslenen levrek bireylerinin tüm vücut besin madde kompozisyonları (protein, lipit, kuru madde ve hamkül)……32

Çizelge 4.3. 90 Günlük Deneme Sonunda Tüm Vücut Yağ Asitleri Kompozisyon içerikleri……..……34

Çizelge 4.4. Tüm vücut istatistik analiz sonucunda farklılık bulunan yağ asidi grupları…….……35

Çizelge 4.5. 90 Günlük Deneme Sonunda Yemlerdeki Yağ Asitleri Kompozisyon İçerikleri…….……36

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 2.1. Linoleik ve α-linolenik asitlerin zincir uzaması (elongasyon) ve karbon sayısının artması (desaturasyon)……...9
Şekil 3.1. Deneme Ünitesi…….....22
Şekil 4.1. 90 gün süresince beslenen levrek bireylerinin her 15 günde ölçülen ortalama canlı ağırlık artışı…….30
Şekil 4.2. 90 gün süresince beslenen levrek bireylerinin ortalama canlı ağırlık artışı……31
Şekil 4.3. 90 gün süresince beslenen levreklerin ağırlık kazancı/ortalama yem miktarı…….31

SİMGELER VE KISALTMALAR

BA : Başlangıç Ağırlığı
CAK : Canlı Ağırlık Kazancı
PO : Ham Protein Oranı
PEO : Protein Etkinlik Oranı
PÜD : Protein Üretim Değeri
SBO : Spesifik Büyüme Oranı
SA : Son Ağırlık
YÇO : Yem Çevrim Oranı
YO : Yaşama Oranı
GYA : Günlük Yem Alımı
YÇE : Yem Çevrim Etkinliği
ALA : Alfa Linoleikasit
LA : Linolenikasit
EPA : Eikosapentaenoikasit
DHA : Deikosaheksaenoikasit
OA : Oleikasit
ARA : Araşidonikasit
IFFO : International Fish Oil and Fish Meal Organization
PUFA : Çoklu Doymamış Yağ Asiti
MUFA : Tekli Doymamış Yağ Asiti
DYA : Doymuş Yağ Asiti
HUFA : Yüksek Doymamış Yağ Asiti

1. GİRİŞ

Akvakültür; dünya gıda üretiminde hızla gelişen sektörlerden birisidir. Artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılamak üzere su ürünleri yetiştiriciliğinde son 10 yılda yıllık olarak yaklaşık %10 oranında büyüme gerçekleştiği bildirilmiştir. 2006 yılı FAO verilerine göre dünyadaki su ürünleri üretiminin 95 milyon tonu avcılıktan ve 45 milyon tonu yetiştiricilikten olmak üzere toplam 140 milyon tona ulaştığı belirtilmiştir (FAO, 2007).

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de su ürünleri yetiştiriciliği hızlı bir gelişme göstermiş 2009 yılında ülkemizdeki toplam su ürünleri 623.191 ton olarak gerçekleşmiş ve bu üretimin %25,7'si yaklaşık 158 bin tonu yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. Benzer şekilde yüksek protein kalitesine sahip ve etinin lezzetli olmasından dolayı tüketilen Avrupa deniz levreği (*Dicentrachus labrax*)'nin 2008 yılında Türkiye'deki üretimi 38.000 tona ulaşmış ve Avrupa'da birinci sırayı almıştır (Türkiye İstatistik Kurumu, 2010).

Yetiştiriciliği yapılan sucul canlıların, özellikle balıkların, yemlerinde kullanılan yağ kaynağı yetiştiriciliği yapılan türün büyüme performansını, yem tüketimi ve proteinden faydalanma oranını arttırmaktadır (Bell ve ark, 2000; Montero ve ark, 2005). Deniz balıklarının semirtilmesi esnasında, yemlerdeki yağ miktarı ve yağların kullanımı balığın büyümesi açısından oldukça önemlidir. Bilindiği gibi deniz balıklarının yemlerindeki en önemli enerji kaynağı protein ve yağlardır. Ticari yemlerin tamamında bu iki önemli enerji kaynağının dengeli bir şekilde ayarlanması gerekmektedir. Son yıllardaki çalışmalar karnivor türlerin yemlerindeki yağ ve protein oranın dengelenmesine, böylece yemlerdeki enerji oranının ayarlanmasına yöneliktir (Marti Palanca ve ark, 1996; Vergara ve ark, 1996; Santinha ve ark, 1996, 1999; Company ve ark., 1999; Fountoulaki ve ark, 2005). Balık yemlerinde kullanılan en önemli yağ ve enerji kaynağı balık yağıdır. Yemlerde enerji dengesini korumak ve dengelemek amacıyla balık yağının yem formülasyonlarında kullanılması gerekir.

Dünyadaki balık yağı üretimi, avcılığa dayalı olup, yıllara göre bakıldığında beklenilen oranda bir gelişme sağlanmadığı ve durağan bir eğim gösterdiği

bilinmektedir (Caballero ve ark, 2002; Tacon 2004; Montero ve ark, 2005). Bununla birlikte, son on yılda, balık yetiştiriciliği Dünya genelinde hızlı bir şekilde yaygınlaşmış ve her geçen gün artış göstermiştir. 2010 yılında balık yem sanayinde kullanılacağı tahmin edilen balık yağı miktarının (0,96 milyon ton) Dünya'daki balık yağı üretiminin %80-90'nını bulacağı tahmin edilmektedir (Tacon 1997, 2004; Izquierdo ve ark, 2003; Montero ve ark, 2005). Balık yağı ile karşılaştırıldığında, bitkisel yağların son yıllarda Dünya genelinde üretim hacmi olarak balık yağı üretiminden 100 kat daha fazla üretildiği, fiyat bakımından daha dengeli ve hatta daha düşük olduğu görülmektedir (Izquierdo ve ark, 2003; Turchini ve ark, 2009).

Bütün bu nedenlerden dolayı, başarılı bir şekilde bitkisel yağların balık yağı ile değiştirilmesi, hem balık yağına olan kesin bağımlılığı azaltacak hem de yem maliyetlerini düşürecektir. Balık yemlerinde bitkisel yağların (soya, ayçiçeği, keten tohumu, kanola vb.) balık yağı ile kısmen veya tamamen değiştirilmesi bazı tatlı su türlerinde yaşama oranı, büyüme performansı ve yem değerlendirme oranı açısından başarılı sonuçlar vermiştir (Izquierdo ve ark, 2003, 2005). Ancak, Atlantik salmon (*Salmo salar*) türlerinde büyüme ve yem değerlendirme oranı üzerinde bir etki oluşturmadığı bildirilmiştir (Rosenlund ve ark, 2000; Bell ve ark, 2000; Caballero ve ark, 2002). Eşkine (*Sciaenops ocellatus*) türünde yapılan çalışmada, Tucker ve ark (1997), %70-80 oranında balık yağı yerine soya yağı ve keten tohumu yağı kullandıklarında %100 balık yağı ile beslenen kontrol grubu ile diğer gruplar arasında büyüme açısından herhangi bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Buna benzer şekilde, salmonlarda ve gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerin büyümeyi, yaşama oranını ve yem değerlendirme oranını olumsuz etkilemediği bildirilmiştir (Rosenlund ve ark, 2000; Caballero ve ark, 2002). Ancak, balık yağının tamamen (%100) bitkisel yağlarla (soya, ayçiçeği, mısır, zeytinyağı vb.) değiştirilmesi deniz levreği yavrularının büyümesini olumsuz etkilemiştir (Montero ve ark, 2005). Balık yağının %60'a kadar bitkisel yağlar ile değiştirilmesinin büyümeye etkisinin yanı sıra, bu yemlerle beslenen bireylerin etlerindeki n-3 serisi esansiyel yağların miktarı ve kompozisyonu balık üreticisi ve aynı zamanda tüketici açısından çok önemlidir. Yapılan çalışmalarda, bitkisel yağların balık yemlerinde alternatif yağ kaynağı olarak

kullanımı balığın filetosundaki n-3 serisi yüksek doymamış yağ asitlerinin (HUFA) miktarını azaltırken, etin besinsel kalitesini ve tadını olumsuz yönde etkilemediği bildirilmiştir (Rosenlund ve ark, 2000; Izquierdo ve ark, 2003; Kaushik 2004). Izquierdo ve ark (2005) ile Montero ve ark (2005), bitkisel yağlarla hazırlanmış yemlerle beslenen Avrupa deniz levreği ve çipuranın (*Sparus aurata*) filetolarındaki HUFA'ların ve kısmen eikosapentaenoik asit (20:5 n-3; EPA) miktarlarında azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, Montero ve ark (2005), levrek türünde balık yağının %60 oranında kanola yağı ile değiştirmesiyle elde edilen yemlerle beslenen bireylerde büyümenin, %100 balık yağı ile hazırlanmış yemlerle beslenen bireylere göre daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Benzer şekilde, Izquierdo ve ark (2005), ise çipuralarda aynı yağ değişim oranı (%60 kanola yağı) ile formülize edilmiş yemlerle beslenmiş bireylerde büyümenin %100 balık yağı bulunan yemlerle beslenen bireylerden farklılık göstermediğini bildirmişlerdir.

Başta sağlıklı beslenme olmak üzere, Dünya'da çeşitli nedenlerden dolayı su ürünleri tüketimine olan talep ve bunlara bağlı olarak da bu ürünlerin yetiştiriciliğinde de bir artış söz konusudur. Genelde su ürünleri, özelde de balık yetiştiriciliğinin hızla gelişmesi, su ürünleri yetiştiriciliğinde yemlerin temel içeriği olan balık unu ve balık yağına olan talebinde artmasına neden olmaktadır. Sürdürülebilir, ekonomik bir karma yem sanayinin oluşturulabilmesi için balık yemlerinde balık yağına alternatif, sağlıklı ve balığın yağ asidi ihtiyacını karşılayabilecek yağ kaynaklarının bulunması sektördeki girdileri azaltmak ve ülke ekonomisine katkı sağlanması açısından önemlidir.

Bu nedenle teze konu olan çalışmanın temel amacı, Türkiye'nin Avrupa'da üretim açısından ikinci sırada yer aldığı deniz levreği yemlerinde alternatif olabilecek bitkisel yağların (susam yağı, kanola yağı ve soya yağı) balık yağının %50'si oranında değiştirilmiş ve bu yemlerin levreğin büyüme performansı, yem tüketimi, tüm vücuttaki besin madde bileşenleri ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Avrupa'da Deniz Levreği Yetiştiriciliği

Levrek yetiştiriciliği üzerine ilk çalışmalar, 1905 yılında Fabre Domergue ve Bietrix tarafından yapılmıştır. Bu araştırıcıların ardından 1955 yılında Jackman, 1968 yılında Kennedy ve Fitzmaurice levrek yumurtalarının yapay yolla döllenmesi ve larva gelişimi üzerine araştırmalar yapmışlardır. 1970'li yıllarda Barnabe ve Metailler Fransa ve İtalya'da yapmış oldukları araştırmalar sonunda levreğin ticari olarak üretilmesi çalışmaları başlamıştır (Uçal ve ark, 1993). Akdeniz bölgesinde akvakültür endüstrisi özellikle Fransa, İtalya, Yunanistan, İspanya ve Portekiz'de yoğunlaşarak gelişim göstermiştir. Akdeniz'de yetiştiriciliği yapılan deniz balıkları arasında levrek ekonomik öneme sahip bir türdür ve bu türe olan pazar talebi son 20 yılda, etinin lezzetli ve kaliteli olmasından dolayı katlanarak artmıştır.

Deniz levreğinin Akdeniz genelinde yetiştiriciliğinin artmasıyla birlikte bu türün beslemesiyle ilgilide çalışmalarda artış göstermiştir (FAO 1999; Oliva-Teles 2000; Kaushik 2002). Levreğin beslemesiyle ilgili genel besleme çalışmalarına bakıldığında, bu türün protein ihtiyacının yüksek olduğu ve optimum büyüme için protein miktarının %43-45 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Perez ve ark, 1997; Dias ve ark, 1998). Levreklerin enerji ihtiyacıyla ilgili bir çok çalışma yapılmış olup yemlerdeki optimum enerji miktarının 19 Mj/kg olması gerektiği bildirilmiştir (Dias ve ark, 1998). Levreğin lipit ihtiyacı ise yemin içerisindeki protein miktarına bağlı olarak değişmekle birlikte yemdeki en uygun lipit miktarının %18-19 arasında olması gerektiği (Dias ve ark, 1998; Lanari ve ark, 1999) ve %30 gibi yüksek lipitli yemlerle beslenen levrek bireylerin büyümeyi yavaşlattığı belirlenmiştir (Oliva-Teles 1999). Yağ asidi ihtiyacı açısından ise diğer deniz balıklarına benzer özellik gösteren levrek için yemlerindeki n-3 yüksek doymamış yağ asidi seviyesinin %1 olması gerektiği (Coutteau ve ark, 1996) ve yemlere %1-2 fosfolipit takviyesinin yavru bireylerde büyümeyi teşvik ettiği bildirilmiştir (Geurden ve ark, 1997a, b).

Levrek yemlerindeki temel besinsel ihtiyaçlar belirlenmesine ek olarak, son yıllarda bu türünün yemlerinde kullanılabilecek alternatif lipit kaynakları üzerine

çalışmalara ağırlık verilmiştir (Mourente ve Dick, 2002; Izquierdo ve ark, 2003; Montero ve ark, 2005; Mourente ve ark, 2005a, 2005b; Martins ve ark, 2006; Mourente ve Bell, 2006).

2.2. Balık Beslemede Lipitler

Lipitler proteinlerle birlikte balıklarda, organik bileşenlerin en önemli gruplarından birini oluşturmaktadır. Balıklarda lipitler ve organik bileşenleri olan yağ asitleri ve diğer metabolik türevleri örneğin eikosanoidler balıkların üremesi, sağlığı, büyümesinde önemli rol oynamaktadır (Sargent ve ark, 2002; Tocher, 2005). Yemlerdeki yağlar balıkların ihtiyacı olan enerji ve esansiyel yağ asitlerini sağlar ve aynı zamanda yağda çözünen vitaminlerin bağırsaklardan absorbsiyonuna (emilimine) yardımcı olur (NRC, 1993). Lipitler, bilindi gibi, sadece balık beslemede değil aynı zamanda insan beslenmesinde de önemli rol oynamaktadır. n-3 serisi HUFA'ların insan sağlığına yararlı etkilerinin olduğu bildirilmiştir (De Deckere ve ark, 1998; Simopoulos, 1999; ISSFAL, 2000; Simopoulos, 2000; Simopoulos, 2003). Dolayısıyla, balık yemlerinde bu yağ asitlerinin bulundurulması ve yem formulasyonların da kullanılan ham maddelerde bu yağ asitlerinin miktarının dengeli bir şekilde ayarlanması gerekmektedir.

2.2.1. Yağlar ve Yağ Asitleri

Lipitler fonksiyon, içeriklerine ve rollerine göre pek çok gruba veya lipit sınıflarına ayrılabilir. Balık dokularında bulunan başlıca lipit sınıfları, triasilgliseroller (TAG), fosfolipitler, sifingolipitler, steroller ve wax esterleridir (Sargent ve ark, 2002). Triasilgliseroller nötral lipitlerin başlıca sınıfıdır ve bir gliserol molekülündeki üç hidroksil grubuna birer yağ asidi bağlanması ile oluşur. Genellikle doymuş ve tekli doymamış yağ asidinde lokalize olurlar (Sargent ve ark, 2002). Triaçilgliseroller başlıca balıkların dokularında depolanmaktadır. Özellikle pek çok balık türünde, salmonidler'de dahil olmak üzere birincil depolama yerleri mesenterik yağ dokularıdır. Adipoz (yağ doku) dokuların içerisinde de, beyaz

kaslarda ve daha küçük ölçüde karaciğerde depolanmaktadır (Zhou, ve ark, 1995; 1996; Nanton ve ark, 2007). Atlantik kodları'nıda (*Gadus morhua*) içeren Gadoidlerde yağların büyük bir kısmı (%70'e kadar) karaciğerde depolanmaktadır (Henderson ve Tocher, 1987; Tocher, 2003). Polar lipitlerin başlıca sınıfı fosfolipitlerdir ve 2 yağ asidinin L-gliserol 3-fosfat ile esterleşmesinden oluşur. Fosfolipitler kendisini oluşturan yağ asitleri ile birlikte hücresel membranların temel yapısını oluşturur ve özellikleri bakımından önemli rol oynamaktadırlar (Henderson ve Tocher, 1987; Sargent ve ark, 2002; Tocher, 2003).

Yağ asitleri yukarıda belirtilen lipit sınıflarının temel bileşenlerini oluşturur. Balık lipitlerindeki yağ asitleri tekli karboksil grubu ve 14 ile 24 karbonlu uzun zincir gruplarını içerirler. Yağ asidi doyguluk derecelerine göre doymuş ve doymamış olarak isimlendirilir. Doymamış yağ asitleri ise kendi içinde tekli doymamış (tek çift bağlı) ve çoklu doymamış yağ asitleri (tek veya ikiden daha fazla çift bağ içerenler) olarak ikiye ayrılır. Balıklarda çift bağlar genellikle *cis* yapılanmasında ve bir metilen grubu tarafından engellenir. Son olarak, çift bağın pozisyonu ve özellikle metilen ile bağlantılı tek bağın pozisyonu, farklılık gösterir. Bundan dolayı, ikiden fazla çift bağ içerenler ailesi (örneğin n-3 ve n-6) ilk çift bağın üçüncü (n-3) ve altıncı karbon atomuna metilen grubundan (n-6) bağlanmasıyla oluşur. Yirmiden fazla karbon atomu ve üçten fazla çift bağ içeren çoklu doymamış yağ asitleri HUFA olarak tanımlanır (Sargent ve ark, 2002).

Yağ asitleri alışılmış ve sistematik isimlendirmede Δ işareti veya kısaltma olarak ("n" ya da "w") kullanılabilir. Yağ asitleri genel olarak, farklı sayıda karbon atomu, çift bağ ve ilk çift bağın bağlandığı terminal metil grubundan oluşur. Yağ asitinin genel formülü a:bn-c şeklinde veya a:bωc şeklindedir. Örneğin, oleik asit (18:1n-9, OA), α-linolenik asit (18:3n-3, ALA), eikosapentaenoik asit (20:5n-3, EPA), dokosaheksaenoik asit (22:6n-3, DHA) olarak isimlendirilir.

2.2.2. Deniz Balıklarında Yağ Asitleri

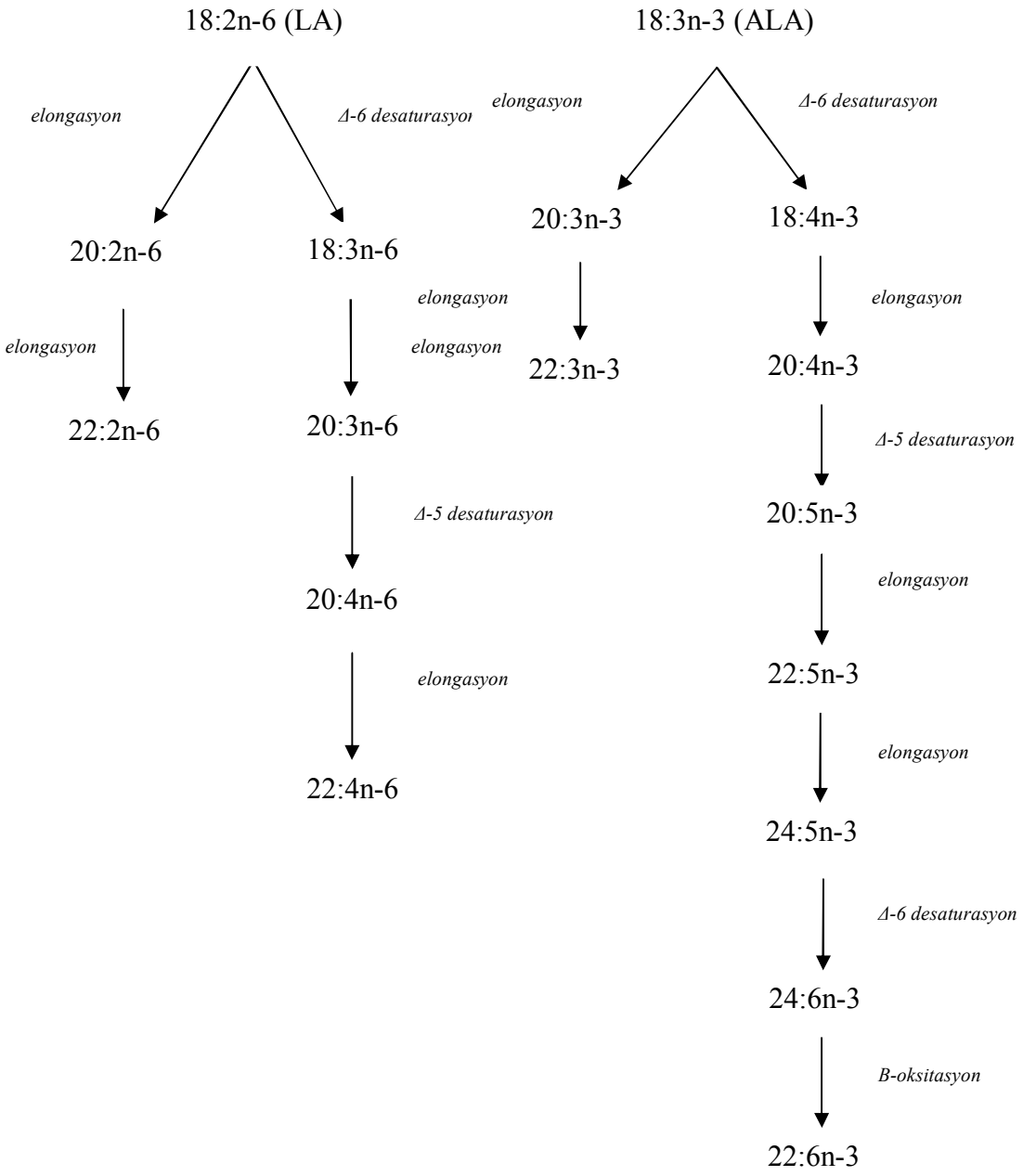
Deniz balığı türlerinin esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarına yönelik yapılan çalışmaların çoğu n-3 PUFA (2 veya daha fazla fazla çift bağ içerenler) üzerinde

yoğunlaşmıştır. Ancak bunun yanı sıra, balıkların EPA ve DHA yağ asitlerine yönelik ihtiyaçlarının da araştırılması gerekmektedir. n-3 serisi HUFA deniz ortamındaki besin zincirinde birincil üreticiler olan deniz algleri ve fitoplankton tarafından üretilir ve bu denizel formlar ALA, LA, EPA ve DHA yağ asitlerince zengindirler (Sargent ve ark, 1995a).

2.2.3. Tatlısu Balıklarında Yağ Asitleri

Deniz ve tatlı su balığı türlerinin lipit miktarı ve kompozisyonları birbirinden farklıdır. Tatlı su balıklarının çoğunda dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitler linolenik asidin görevlerini yerine getirebilmektedirler. Omurgalılarda n-3 serisi yağ asitlerinin değişik şekilleri EPA ve DHA yağ asitlerinin biyolojik aktiviteleri sonucu meydana gelir. Bu durum tatlı su balıklarında deniz balıklarına oranla daha belirgindir (Sargent ve ark, 1989).

Karnivor balıkların yetiştiriciliğinde ana yem ham maddesi olarak yüksek oranda balık unu ve balık yağı kullanılmaktadır. Hemen hemen tüm tatlı su balıkların doğuştan LA'dan Araşidonik asit (20:4n-6, AA) ve 18:3n-3 (α-linolenic asit aALA)'dan 20:5n-3 (eicosapentaenoik asit, EPA) ile son olarak 22:6n-3 (decosahexaenoic asit, DHA)'e dönüştürürler (Kanazawa ve ark, 1979; Sargent ve ark, 2002) (Şekil 2.1). Ancak, LA ve ALA balıklarında içerisinde bulunduğu omurgalılar tarafından vücutta sentezlenemezler ve dolayıyla esansiyel yağ asitleri olarak adlandırılır. Bu esansiyel yağ asitlerinin desaturasyon (doymamış forma dönüştürülmesi) ve elongasyonu alternatif zincirler vasıtasıyla HUFA'ya dönüştürülebilir. Δ6 desaturasyonu 18:2n-6'dan 18:3n-6'ya ve 18:*3*n-3*'*den 18:4n-3 üretiminden sorumludur. Bu iki üretim yağ asitlerinin elongasyonu ardından Δ5 desaturasyonu vasıtasıyla 20:4n-6 ve 20:5n-3'e dönüşür (Sargent ve ark, 2002; Nakamura ve Nara, 2004). DHA, daha ileriki elongasyon ve desaturasyonla ve kısa zincirli tepkimelerle üretilir (Sprecher ve ark,1995). Ancak, birçok karnivor deniz balığı ve bazı özel karnivor tatlı su balıklarının diyetlerinde zengin olarak bulunan n-3 ve n-6 HUFA'ların miktarlarının azaldığı bildirilmiştir (Sargent ve ark, 2002).



Şekil 2.1. Linoleik (LA) ve α-linolenik (ALA) asitlerin zincir uzaması (elongasyon) ve karbon sayısının artması (desaturasyon) (Sargent ve ark, 2002).

2.3. Balık Yemlerinde Kullanılan Balık Yağı

Balık yağı toplam balık vücudundan ya da balıktan elde edilen ektraksiyon olarak adlandırılır (FAO, 2007b). Balık yağı yem sanayinde örneğin yemeklik

yağların üretiminde, karasal ve sucul hayvanların yem sanayinde ve endüstriyel ürünlerde kullanılır. Balık yağı üretimi için kullanılan balık türleri hamsi, sardalya, ringa, morina vb bazı türlerden elde edilmektedir ve elde edildiği türe göre farklı yağ asitlerine sahiptir (Çizelge 2.1.).

Çizelge 2.1. Balık Yağının Türlere Göre Yağ Asit Profilleri (NRC, 1993).

Yağ Asidi	Kimyasal Yapı	Hamsi[1]	Kapelin[2]	Atlantik Ringası[3]	Pasifik Ringası[4]	Salmon
Miristikasit	14:0	7,4	5,4-8,2	5,1-6,4	5,7-7,6	2,2-3,7
Palmitik asit	16:0	17,4	8,2-11,9	10,9-12,7	16,6-18,3	10,2-17
Palmitoleik asit	16:1	10,5	8,3-12,4	8,8-12	7,6-8,3	4,1-8,7
Stearikasit	18:0	4,0	1-1,4	0,9-1,2	1,8-2,2	3,2-4,7
Oleikasit	18:1n-9	11,6	12,4-17,4	12,6-13	16,9-22,7	18,6-21,4
LA	18:2n-6	1,2	0,7-1,4	0,7-1,1	0,6-1,6	1,2-2
ALA	18:3n-3	0,8	0,1-0,8	0,3-0,6	0,4-0,6	0,6-1
Stearidonik asit	18:4n-3	3,0	0,2-7	1,5-1,7	1,6-2,8	2-2,1
ARA	20:4n-6	0,1	0,1-2,3	0,3-0,4	0,4	0,9
EPA	20:5n-3	17	2,8-1,9	7,4-8,4	8,1-8,6	6,7-12
DHA	22:6n-3	8,8	1-14	3,9-4,9	4,8-7,6	13.8-16,1

[1] *Engraulis encrasicolus*, [2] *Mallotus villosus*, [3] *Clupea harengus*, [4] *Clupea pallasii*

Günümüzde yetiştiricilik endüstrisi hızla büyümekte ve Dünya'da yem üretim miktarı 1950'den 2004 yılına kadar ortalama yıllık %8.8 oranında bir artış göstermiştir (FAO 2007a). Dünyada yetiştiricilik üretimi yaklaşık 60 milyon ton ve 70 milyar dolarlık bir maliyete karşılık gelmektedir. Kişi başına düşen deniz ürünleri tüketimi her geçen gün artmaktadır ve artan insan nüfusunun deniz ürünleri talebini

karşılanması için doğal stoklara avcılık baskısı artmaktadır. Bazı bilim adamları aşırı avcılık sonucu 2050 yılına kadar deniz ürünlerinde ciddi bir azalış olacağını tahmin etmektedirler (Worm ve ark, 2006). Tahminlere göre günümüzde Dünya'da üretilen balık yağının %87'si su ürünleri yemlerinde kullanılmaktadır. Türlere göre Dünya'da üretilen balık yağının %66'sı yüksek yağ içerikli yemlerle beslenen, Atlantik salmonu ve gökkuşağı alabalığı yemlerinde kullanılırken bu grupları sırasıyla deniz balıkları (%13,8), denizel karides türleri (%7,3), sazan (%5,5), tilapya (%2,0) tatlı su ıstakozu (%1,7), yılan balığı (%1,4) ve süt balığı (%0,6) takip etmektedir (Tacon ve ark, 2006). 2012 yılında Dünya'da üretilen balık yağının %88'nin su ürünleri yemlerinde kullanılacağı tahmin edilmektedir (Tacon, 2006; Turchini ve ark, 2009).

Pike ve ark (2003), yaptıkları hesaplamada 2010 yılında Dünya'da üretilen su ürünleri yemlerinde kullanılması tahmin edilen balık yağının yaklaşık %98 oranında olacağını öngörmüşlerdir. IFFO'ya (uluslararası balık yağı ve balık unu kurumu) göre 2006 yılında balık yağı üretiminde %12'lik bir azalış olduğunu bildirmişlerdir. IFFO ayrıca balık yağı stoklarının da dramatik bir şekilde azaldığını rapor etmişlerdir (Çizelge 2.2.).

Kuzeybatı Avrupa marketlerinde 1999 yılında balık yağının bir tonunun fiyatı 314 dolar iken 7 yıl içerisinde, 2006 yılında, 812 dolara kadar yükselmiştir. Bu fiyatların, özellikle soğuk su türleri kültürü yapan ülkelerde, gelecekte artacağı tahmin edilmektedir. Balık yağının yüksek fiyatlarına rağmen karnivor türlerin yem formülasyonların da en iyi yağ kaynağı olarak kullanıldığı da bilinmektedir. Balık yağının en önemli özelliklerinden biri, yüksek oranda n-3 serisi HUFA içermesidir ve bu yağ asitleri balıkların optimal büyümesi ve balığın sağlıklı kalmasını sağlamaktadır. Artan balık yağı fiyatları ve kısıtlı kaynaklardan dolayı bazı bilim adamları ve çevreci gruplar akvakültür sektöründe balık yağı kaynakları için uzun vadeli bir denge oluşturulması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle, şu anda Dünya'daki birçok araştırma kurumu ve yem sanayi sektörü AR&GE üniteleri balık yağına alternatif yağ kaynaklarını araştırmaktadır. Aynı zamanda insan sağlığı için balıktan yararlanırken ekonomik fayda oranını en iyi düzeye getirmek ve aşırı avcılık sorununu en aza indirmekte istenmektedir (Naylor ve ark, 2000; Worm ve ark, 2006).

Çizelge 2.2. Balık yağı, bitkisel yağlar ve hayvansal yağların 1980'den 2006 yılına kadar Dünya'daki üretim miktarı (x bin ton) (Basiron, 2007; Tacon ve ark, 2006).

Yağlar	**1980**	**1985**	**1990**	**1995**	**2000**	**2005**	**2006**
Balık Yağı	1217	1481	1412	1379	1307	1054	988
Bitkisel Yağlar							
Palmiye Yağı	4543	6832	11020	20322	25594	33733	36733
Soya Yağı	13382	13974	16097	15119	21743	33575	35187
Kanola Yağı	3478	6066	8160	10936	14496	16205	18340
Ayçiçeği Yağı	5024	6564	7869	7003	9808	9661	11094
Pamuk Tohumu Yağı	2992	3942	3782	3312	3815	4989	4917
Yerfıstığı Yağı	2864	3575	3897	4325	4382	4523	4497
Zeytin Yağı	1701	1796	1855	1863	2513	2916	2746
Mısır Yağı	-	-	-	1855	1966	2099	2252
Susam Yağı	-	-	-	589	705	823	871
Keten Tohumu Yağı	-	-	-	701	705	607	710
Hayvansal Yağlar							
Kuyruk Yağı	6283	6518	6813	7013	8071	8211	8446
Domuz Yağı	4691	4989	5509	5141	6580	7568	7877
Tereyağı	5746	6315	6500	4834	5829	6665	-

2.4.Bitkisel Yağ Kaynakları

Balık yağı üretiminin aksine, son 30 yılda bitkisel yağların üretimi önemli ölçüde artmıştır. 2005 yılında Dünya'da palmiye yağı ve soya yağı üretiminin gittikçe hızlı bir şekilde arttığı bildirilmiştir. Malezya'da yılda hektardan yaklaşık 3,7 ton palmiye yağı üretilmesi bu bitkisel yağın değişik alanlarda kullanım potansiyelinin arttırmaktadır. Palmiye yağının üretim maliyeti diğer bitkisel yağların (örneğin, keten tohumu yağı hindistan cevizi yağı) üretim maliyetine göre daha düşüktür. Malezya Palmiye Yağı Heyeti (2005), Dünya'da toplam bitkisel yağ üretiminin 115 milyon tonun üzerinde olduğunu bildirilmiştir. 2006 yılında bitkisel

yağ stoklarına bakıldığında kanola yağı, soya yağı ve ayçiçeği yağlarının yılda 1 milyon tondan daha fazla arttığı rapor edilmiştir (Basiron, 2007).

Ayçiçeği yağı haricinde, en önemli üç bitkisel yağın (ham palmiye yağı, soya yağı ve kanola yağı) fiyatlarının balık yağına kıyasla daha düşük fiyatlı olduğu ve bu yağların kuzey Avrupa pazarlama fiyatlarının, 2005 yılında, palmiye yağı, soya yağı ve kanola yağı için sırasıyla 422 dolar/ton, 545 dolar/ton ve 669 dolar/ton olduğu bildirilmiştir. 2006 yılında balık yağı fiyatının bir tonunun 800 dolara yükseldiği ve bu fiyatların Dünya'da üretimi yapılan bitkisel yağlarınkinden %40'dan daha fazla olduğu belirtilmiştir (Globefish, 2006). Balık yağı fiyatlarındaki bu değişimler, yem sektöründeki balık yağına olan ihtiyaç ve küresel balık yağı üretiminin azalmasından dolayı ilerleyen yıllarda balık yağı fiyatının daha da artacağı öngörülmektedir. Balık yağı üretiminde kullanılan türlerin avcılığının yapıldığı okyanuslarda meydana gelen felaketler, örneğin El Niño, pelajik balık türlerinin avcılığını büyük ölçüde etkilenmiş ve buna paralel olarak da balık yağı fiyatlarının artmasına sebep olmuştur (Globefish, 2006).

Yukarıda sıralanan birçok sebepten dolayı balık yağına alternatif yağ kaynaklarının bulunması sektör açısından önem arz etmektedir. Alternatif yağ kaynaklarının başında bitkisel yağlar gelmektedir. Ancak, bu yağların yağ asidi kompozisyonu balık yağı kadar geniş bir profile sahip değildir (Çizelge 2.3.). Pek çok tohumlu bitkinin yağı n-3 yağ asitleri açısından eksiktir. n-3 serisi HUFA'lar balığın büyümesi gelişmesi ve sağlığı açısından en önemli yağ asitleri grubudur. Bitkisel yağlar ise n-6 ve n-9 yağ asitlerince zengindir ve özellikle birçoğunun linoleik ve oleik asit seviyeleri yüksektir. Balık yağında bulunan n-3 serisi HUFA'lar bitkisel yağlarda bulunmadığından yapılan birçok çalışmada balık yağı ve bu yağlar belli oranlarda karıştırılarak kullanılmıştır. Bu yağların balıkların büyümesinde ve yem çevrim etkinliği oranında olumsuz bir etkisi olmadığı bildirilmiştir.

Çizelge 2.3. Balık yağı, bitkisel yağlar ve hayvansal yağların yağ asit kompozisyonları (% toplam yağ asidi) (NRC 1993; Gunstone ve ark, 1994; Hertampf ve Piedad-Pascual, 2000).

Yağlar	DYA	MUFA	LA	AA	ALA	EPA	DHA	n-6 HUFA	n-3 HUFA	n-3/n-6
Balık Yağı										
Hamsi Yağı	28,8	24,9	1,2	0,1	0,8	17,0	8,8	1,3	31,2	24,0
Kapalin Yağı	20,2	61,7	1,7	0,1	0,4	4,6	3,0	1,8	12,2	6,8
Ringa Yağı	30,5	24,8	1,3	0,2	0,3	11,0	9,1	1,5	25,1	16,7
Ringa Balığı Yağı	20,0	56,4	1,1	0,3	0,6	8,4	4,9	1,4	17,8	12,7
Morina Balığı Yağı	19,4	46,0	1,4	1,6	0,6	11,2	12,6	3,0	27,0	9,0
Bitkisel Yağlar										
Palmiye Yağı	48,8	37,0	9,1	-	0,2	-	-	9,1	0,2	0,0
Soya Yağı	14,2	23,2	51	-	6,8	-	-	51,0	6,8	0,1
Kanola Yağı	4,6	62,3	20,2	-	12,0	-	-	20,2	12,0	0,6
Ayçiçeği Yağı	10,4	19,5	65,7	-	-	-	-	65,7	0,0	0,0
Pamuk Tohumu Yağı	45,3	17,8	51,5	-	0,2	-	-	51,5	0,2	0,0
Yerfıstığı Yağı	11,8	46,2	32,0	-	-	-	-	32,0	0,0	0,0
Mısır Yağı	12,7	24,2	58,0	-	0,7	-	-	58,0	0,7	0,0
Keten Tohumu Yağı	9,4	20,2	12,7	-	53,3	-	-	12,7	53,3	4,2
Hayvansal Yağlar										
Kuyruk Yağı	47,5	40,5	3,1	0,4	0,6	-	-	3,1	0,6	0,2
Domuz Yağı	38,6	44,0	10,2	-	1,0	-	-	19,5	1,0	0,0

2.4.1. Deniz Balıklarında Bitkisel Yağların Kullanımı

Piedecausa ve ark (2007), omnivor beslenme özelliği gösteren sivri burun karagöz (*Diplodus puntazzo*)'de yapmış oldukları çalışmada balık yağına alternatif olarak soya ve keten tohumu yağını kullanmışlardır. Deneme sonunda gruplar arasında büyüme açısından herhangi bir etkisi olmadığını ancak bitkisel yağlarla

beslenen gruplardayaşama oranının düştüğü görülmüştür. Buna karşın, Almeida ve ark (2007), sivri burun karagöz'de yapmış oldukları çalışmada soya yağı ve keten tonumu yağı kullanmışlar, çalışma sonunda gruplar arasında büyüme ve yaşama oranının farklı olmadığını bildirmişlerdir. Hung ve ark (2007), mercan (*Pagrus major*)'da yapmış oldukları çalışmada balık yağı ve kanola yağı kullanmışlar ve diyetlerin canlı ağırlık kazancı yem alımı, yem çevrim etkinliği, yaşama oranına herhangi bir etkide bulunmadığını bildirmişlerdir. Lin ve ark (2007), *Epinephelus coiodes* ile yapmış oldukları çalışmada, kanola yağı soya yağı kullanımının sonunda büyümeye herhangi olumsuz bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

Fountulaki ve ark (2008), çipurada (*Sparus aurata*)' da yapmış oldukları 6 aylık çalışmada, çalışmanın ilk 2 ayı balık yağına alternatif palmiye yağı, kanola yağı ve soya yağı kullanmışlar ve deneme sonunda büyümenin ve yemden yararlanmanın bitkisel yağ kullanımı ile olumsuz etkilenmediğini belirlemişlerdir. Bu araştırıcılar karaciğer ve etlerde bulunan esansiyel yağ asitlerinden DHA, EPA ve araşidonik asitin bitkisel yağlarla beslenen grupta daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmanın sonunda, %100 balık yağı içeren yemle 120 günlük yeniden besleme çalışması yapılmış ve DHA EPA ARA ve oleik asit miktarlarının restarosyonu sağlamak istenmiş ancak 120 günün sonunda yeterli bir telafinin meydana gelmediği belirlenmiştir.

2.4.2. Deniz Levreğinde Alternatif Yağ Kaynaklarının Kullanımı

Avrupa'da Akdeniz bölgesinde yetiştirilen balık türlerinden başlıca iki tanesi deniz levreği ve çipura'dır. Yağ metabolizması bakımından deniz levreği türü, diğer türlere göre daha iyi anlaşılabilmiştir. Deniz levreğinin pek çok yağ asidi içermesi ve elongasyon ve desaturasyon gerçekleşmesine rağmen çok düşük oranda yağ asit çevrimi gerçekleşmektedir (Mourente ve ark, 2005). Dolayısıyla pek çok deniz türüyle yapılan çalışmada diyetlere n-3 HUFA takviyesi gerekmektedir. Richard ve ark (2006), levreklerde yaptıkları çalışmada %40 oranında bitkisel yağ karışımlarıyla hazırlanmış yemlerle beslenen bireylerde büyümenin olumsuz etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Figuerede-Silva ve ark (2005), levreklerde yapmış oldukları çalışmada bitkisel yağ kaynağı olarak soya yağı ve keten tohumu yağı kullanmışlar ve büyümenin farklı olmadığını belirtmişlerdir. Izquerdo ve ark (2007), yavru çipuralarda yaptıkları çalışmada yemlerde %80 oranında alternatif yağ kaynağı olarak soya yağı ve keten tohumu yağı kullanmışlar ve deneme sonunda büyüme ve yem etkinlik oranında bir azalama olduğunu belirtmişlerdir.

Bu sebeplerden dolayı balık yağına alternatif yağ kaynaklarının kullanılmaya başlanması ile birlikte bu kaynakların balık yağı kadar yararlı ve etkili olması istenmektedir. Ancak bitkisel yağ kaynaklarının özellikle yağ asiti kompozisyonlarında balık yağı kadar geniş bir yağ asit profiline sahip olmadığı belirtilmiştir. Pek çok bitkisel yağ kaynaklarında n-3 yağ asitleri çok düşük miktarda bulunmaktadır. n-3 HUFA'lar balığın büyümesi gelişmesi ve sağlığı açısından çok önemlidir. Bitkisel yağlar ise n-6 ve n-9 yağ asitlerince zengindir. Başlıca linoleik asit ve oleik asitçe yüksek miktarda bulunmaktadır.

Buna ilave olarak, keten tohumu yağı ALA açısından zengindir. Balık yağında bulunan n-3 PUFA'lar bitkisel yağlarda bulunmadığından yapılan çalışmalarda balık yağı ve bitkisel yağlar birlikte kullanılmıştır. Balık yağı kullanımında balıkta biyoçevrim (elongasyon ve desaturasyon) meydana gelmektedir (Mourente ve ark, 2005).

Montero ve ark (2004), levreklerde 8 aylık çalışma sonunda büyüme, yem kullanımı ve et kalitesine bakmıştır. Çalışmanın ilk 5 ayında bitkisel yağlarla diyetler uygulanmış bu diyetlerde %60 ve %80 oranında kanola yağı, keten tohumu yağı ve soya yağı kullanılmıştır. 150 günün sonunda bitkisel yağlarla beslenen gruplar arasında istatistiki açıdan fark bulunmamıştır. Ancak tüm vücuttaki n-3 HUFA miktarında %45 oranında bir azalma görüldüğünü ve yüksek seviyede LA, ALA ve oleik asit miktarı belirlemişlerdir.

Bu çalışmanın ardından tekrar besleme periyodu uygulayarak %100 balık yağı ile beslemişler ve balıklarda bulunan DHA seviyesini restore etmişler ve yükseltmişlerdir ancak EPA seviyesi %100 balık yağı ile beslenen gruba göre kıyaslandığında daha düşük bulunduğunu belirtmişlerdir.

Bütün bu çalışmalar göz önünde tutulduğunda denizel karnivor türlerde balık yağına alternatif bitkisel yağ kullanımının büyümeyi, yaşama oranını, yağ asit kompozisyonlarını, yem çevrim etkinliğini etkilediği, ancak bu etkinin balıklarda türden türe değiştiği görülmektedir.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Deneme

3.1.1. Denemede Kullanılan Materyaller

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yumurtalık Deniz Balıkları Araştırma İstasyonu'nda yürütülmüştür. Yaklaşık 3-4 g ağırlığındaki deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*), AKVATUR Su Ürünleri Ticaret ve Sanayi Anonim Şirketi (Tuzla, Adana) tarafından sağlanmış ve levrek bireyleri araştırma istasyonuna 14.05.2008 tarihinde getirilmiştir. Bu bireyler 4 tonluk tanklara stoklanarak Pınar Yem Sanayi ve Pazarlama Şirketi (İzmir) tarafından sağladığımız ticari deniz levreği yemi ile (ham protein; %48, ham yağ; %18, kül; %12, ve kuru madde; %12) 12 ay boyunca besleme periyoduna alınmıştır. Bir yıllık besleme periyodu sonunda bireyler ortalama olarak deneme başlangıç ağırlığı olan 45 g ağırlığa ulaşmışlardır. Daha sonra bu balıklar kontrol yemine alıştırılmak amacıyla, 500 L'lik tanklara stoklanarak kontrol yemi ile (ham protein; %51, ham yağ; %23, kül; %13, ve kuru madde; %87) 2 hafta boyunca beslenmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Deneme yemlerinin formülasyonları.

İÇERİKLER	BY	BY/SY	BY/KY	BY/SO
Balık unu[1]	585	585	585	585
Mısır Gluten Unu[2]	143,3	143,3	143,30	143,3
Balık yağı[3]	138	69	69	69
Susam Yağı (SY)	-	69	-	-
Kanola Yağı (KY)	-	-	69	-
Soya Yağı (SOY)	-	-	-	69
Dextrin	63,7	63,7	63,7	63,7
CMC[4]	50	50	50	50
Vitamin mix	10	10	10	10
Mineral mix	10	10	1	10
Nem	39,05	39,05	39,05	39,05
Hesaplanan Kimyasal Kompozisyon (g/kg kuru ağırlık)				
Kuru madde	87,49±0,12	88,18±0,21	88,13±0,37	87,81±0,23
Protein	48,50±1,60	52,04±0,11	52,52±0,41	52,16±0,22
Lipit	23,81±0,78	23,23±0,52	22,95±2,55	22,11±1,97
Ham kül	13,05±0,26	12,97±0,17	12,75±0,10	12,52±0,36
NÖM[5]	14,06	11,76	11,78	13,21
Toplam Enerji (MJ/kg yem)	18,52	18,50	18,50	18,50

[1] Balık unu: Agromarine A.Ş,

[2] Mısır Gluten Unu Dextrin[2]: Sunar Mısır Ent. Tes. San. ve Tic. A.Ş.

[3] Balık yağı, Vitamin premiksleri, Mineral premiksleri: Kılıç Deniz Ürünleri Üretim İhracat İthalat ve Ticaret A.Ş,

[4] CMC: Karboksi metil selüloz.

[5] NÖM (Nitrojenli Öz Madde)= 100- (Protein+Lipit+Ham Kül).

3.1.2. Deneme Dizaynı ve Yönetimi

Yukarıda açıklanan alıştırma periyodunun ardından, bireyler bir tankta toplandıktan sonra anestezik madde (phenoxyethanole; Sigma, St. Louis, MO) yardımıyla sakinleştirilip başlangıç ağırlıkları bireysel olarak alınmıştır. Böylece deneme başlangıcında gruplar arasında boyut farklılığı en aza indirilmiştir. Deneme başlangıç ağırlığı olan 45,15 ± 0,15 g olan balıklar tesadüfî olarak 20 adet/tank (500 L) ve üç tekerrürlü olacak şekilde stoklanmıştır. Denemede toplam 12 adet tank kullanılmıştır. Balıklar 90 gün süresince, aşağıdaki deneme protokolleriyle beslenmişlerdir;

Denemede test edilecek gruplar aşağıdaki gibi düzenlenmiştir:

1: %100 Balık yağı (BY)

2: % 50 Balık yağı + % 50 Susam yağı (BY/SY)

3: % 50 Balık yağı + % 50 Kanola yağı (BY/KY)

4: % 50 Balık yağı + % 50 Soya yağı (BY/SFY)

Balıkların beslenmesi serbest besleme ile yukarıda yem içeriği Çizelge 3.1'de verilen levrek yemleriyle yapılmıştır. Beslemede balıkların yem alımları dikkate alınmış ve bireylerin yeme olan istekleri azaldığında yemleme durdurulmuştur. Yemleme deneme süresi boyunca aynı kişiler tarafından yapılmıştır. Her tank için verilen yem miktarı önceden tartılarak plastik yem kaplarına koyulmuştur. 15 günde bir yapılan ölçümler sonunda yem kapları içerisinde kalan yemlerin tartımları alınarak her tanka ait 15 günlük tüketilen toplam yem miktarları kaydedilmiştir. Tanklardaki yenmeyen yemler ve atıklar kirliliğe bakılarak 2 ya da 3 gün aralıklarla sifonlanmıştır. Deneme tanklarının üzeri ağ ile kaplanmıştır. Her tanka ayrı ayrı ve sürekli deniz suyu girdisi sağlanmıştır. Deniz suyu tank sistemine alınmadan önce filtrasyon amacıyla kum filtrelerinden ve daha sonra üç farklı (50, 20 ve 5 μm) kartuş filtreden geçirilmiştir. Deneme tanklarındaki su debisi 2 litre/dakika olarak ayarlanmış ve tank debileri 2 gün ara ile kontrol edilmiştir. Deneme tanklarının havalandırması düzenli olarak hava taşlarıyla yapılmıştır. Şekil 3.1.'de deneme ünitesinin aydınlatılması tankların 4-5 metre yukarısında bulunan flüoresan lambalarla sağlanmıştır. Gün ışığını engellemek amacıyla kuluçkahanenin

pencereleri kapatılmıştır. Kuluçkahane içerisindeki aydınlık:karanlık rejimi 12:12 saat olacak şekilde ayarlanmıştır. Aydınlatma sistemi sabah öğününden 1,5 saat önce otomatik olarak açılmış (09:30) ve en son öğünden 1,5 saat sonra (18:30) kapanacak şekilde otomatik zamanlayıcı ile ayarlanmıştır.

Deneme süresi olan 90 günlük dönem boyunca her 15 günlük ölçümlerde balıkların ağırlıkları ve günlük yem tüketimleri kaydedilmiştir. Deneme boyunca sabah yemlemesi saat 09:30, öğlen yemlemesi saat 13:30 ve akşam yemlemesi ise saat 18:30'da (günde 3 öğün) doyana kadar, besleme yapılacak şekilde ayarlanmıştır. Deneme boyunca her gün sabah, öğle ve akşam su sıcaklıkları ve oksijen ölçümleri yapılmıştır. Ölçümlerde OxyGuard® Norveç marka oksijen-metre kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Deneme Ünitesi

3.1.3. Deneme Yemlerinin Yapılışı

Deneme yemleri fakültemizde bulunan pres-peletleme makinesi yardımıyla hazırlanmıştır. Ham maddelerden balık unu elendikten sonra kullanılırken, mısır glüteni 0,3 mikrona kadar öğütülmüştür. Tüm ham maddeler, formülasyona göre, yem ham maddeleri Çizelge 3.1'de belirtilen oranlarda alınarak plastik kaplarda yaklaşık 20-25 dakika kuru olarak karıştırılmıştır. Bu işlemin ardından, balık yağı ve bitkisel yağlar kuru hammadde karışımlarının içerisinde eklenmiştir ve Hobart mikserde yaklaşık 45 dakika karıştırılmıştır. Yem içerisindeki nemi ayarlanması için her 5 kg için 850 mL su eklenerek yem ham maddelerinin peletleme makinesinden geçecek kıvama gelmesi sağlanmıştır. Bu karışımda 45 dakika karıştırıldıktan sonra peletlenmeye hazır hamur kıvamına gelen yemler pres-peletleme makinasına yerleştirilerek 3,0-3,5 mm delikleri olan disklerden geçirilmiştir. Deneme yemleri daha sonra plastik bir zemin üzerinde gölge ve rüzgar alan bir yerde kurutulmuş ve ardından fırında 60ºC'de (30 dakika) kurutma işlemine geçilmiştir. Bu işlemler neticesinde yemler içerisindeki nem yaklaşık %12'ye indirilmiştir. Fırınlanan deneme yemleri daha sonra markalı plastik torbalara koyulup derin dondurucuda (-20 ºC) saklanmıştır.

Deneme başlangıcında 10 adet levrek başlangıç besin madde bileşenlerinin (protein, lipit, ham kül ve kuru madde) belirlenmesi amacıyla örneklenmiştir. Deneme sonunda ise her tanktan 3'er balık alınmış ve bu örnekler kıyma makinesinde homojenize edildikten sonra -20°C'de analizler yapılana kadar saklanmıştır. Analizler yapılmadan önce her bir tanktan alınan örnekler her bir tekerrür (tank) eşit miktarda tartıldıktan sonra karıştırılmıştır ve bu karışımdan 3 tekerrürlü örnekleme yapılmıştır. Deneme sonunda alınan tüm örneklerin analizleri bir ay içerisinde tamamlanmıştır.

3.1.4. Çevresel Parametreler

Araştırma süresince, su sıcaklık ölçümleri günlük olarak termometre yardımıyla yapılmıştır. Tanklardaki pH ve oksijen değerleri ise 5'er günlük

aralıklarla sırasıyla WTW marka pH-metre ve OxyGuard® marka oksijen-metre ile ölçülmüştür.

3.1.5. Balıklardaki Büyüme Parametreleri Ölçümleri

Denemedeki balıklar, açlık döngü protokollerine göre 15'şer gün aralıklarla tartılmıştır. Tartım işleminde balıkların strese girmelerini engellemek amacıyla 0.3 mL/L 2-phenoxyethanole (Sigma, St. Louis, MO, USA) kullanılmıştır.

Başlangıç (BA), ara ölçümler ve son ağırlık (SA) ölçümleri bireysel olarak 0.1 gram hassas terazi ile alınmıştır. Denemede, büyüme performansı ve yem verilerinin değerlendirilmesi için aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır:

Spesifik Büyüme Oranı (SBO) = [(ln SA – ln BA) / gün sayısı] × 100, (Company ve ark, 1999),

Canlı ağırlık kazancı (g) = SA- BA

Günlük yem alımı = Tüketilen yem miktarı / zaman

Yem çevirim oranı (YÇO) = Tüketilen yem miktarı / ağırlık kazancı (Santinha ve ark, 1999).

Protein etkinlik oranı (PEO) = Canlı ağırlık kazancı (g) / protein alımı (g), (Skalli ve ark, 2004).

3.1.6. Tüm Vücut Besin Madde Bileşenleri Analizleri

3.1.6.1. Kuru Madde ve Kül Analizi

Her gruptan alınan örnekler kuru madde ve kül tayini açısından aynı yöntemlerle analiz edilmişlerdir. Balıkların kuru madde ve kül tayini için homojenize edilen örnekler, kurutma dolabında kurutulup desikatörde oda koşullarında soğutulan ve 0.0001 grama duyarlı hassas terazide darası alınan porselen kaplara yaklaşık 1 gram tartılarak konulmuşlardır. Alınan örnekler etüvde 103°C'de 4–5 saat süreyle kurutulmuştur. Aynı işlem her üç tekerrürden aynı miktarda alınarak, örnekler homojen olarak karıştırılarak yapılmıştır. Kurutulan örnekler desikatörde oda

sıcaklığına getirildikten sonra 0.0001 mg hassas terazide tartılmıştır. Ham kül tayini için aynı örnekler yakma fırınına yerleştirilerek 550°C'de 5–7 saat süreyle yakılmış ve desikatörde oda sıcaklığına gelinceye kadar bekletilip daha sonra tartılmıştır. Her iki analiz sonucunda örneklere ait kuru madde (%) ve ham kül (%) oranları, [Dara (g) + Kuru madde (g) veya kül] – Dara / Örnek miktarı (g) x 100 formülü ile hesaplanmıştır. Paralellerin ortalamaları alındıktan sonra her bir tekerrüre ait oranlar belirlenmiş ve kuru madde ve ham kül oranları % olarak hesaplanmıştır.

3.1.6.2. Protein Analizi

Ham protein analizinde kullanılmak üzere homojenize ve liyofilize edilmiş örnekler, yaklaşık 1,0 g alınmıştır. Tartılan bu örnekler Kjeldahl cihazının tüplerine alınmış, ayrıca 2 adet kör eklenmiştir. Bu tüplere 1'er adet katalizör tablet (1,5 g K_2SO_4 + 7,5 mg/s Selenyum karışımı) ve 6 mL sülfürik asit (H_2SO_4) ve 1 mL hidrojen peroksit (H_2O_2) eklenerek yakma ünitesinde 420 °C' de yaklaşık 1 saat süreyle, tüpler içerisindeki örnekler yeşil-sarı bir renk alıncaya kadar yakılmıştır. Daha sonra örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur.

Destilasyon işlemi için, daha önceden hazırlanmış %40'lık NaOH ve %4'lük borik asit kullanılmıştır. Bu solüsyonlar ve saf su ayrı bidonlar içerisinde Kjeldahl cihazına hortumla bağlanmıştır. Destilasyon işlemi başladığında cihaz alkali (NaOH) solüsyonunu ve alıcı (borik asit) solüsyonunu otomatik olarak alıp örneği destile etmektedir. Destilat yakalama kısmına ise 3-4 damla indikatör (metil kırmızısı) bulunan erlen yerleştirilmiştir. Destilasyon işlemi esnasında cam erlenlerde yaklaşık 150 ml sıvı birikinceye kadar destilasyon işlemine devam edilmiştir. Örnekler daha sonra0.1 N HCl ile titre edilerek %HP oranı hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

$$\%\ HP = \frac{(\text{örnek için harcanan})\ 0{,}1N\ HCl - (\text{Kör için harcanan})\ HCl}{\text{Örnek Miktarı}} \times 6{,}25x0{,}1x14x100$$

0,1 = 0,1 N HCl'i

14 = Nitrojen atomunun ağırlığını

6,25 = Protein için kullanılan katsayıyı belirtmektedir.

3.1.6.3. Lipit Analizi

Lipit analizinde Folch ve ark (1957), metodu esas alınmıştır. Tüm vücutta lipit analizi için Solvent (2:1 choloroform:methenol) karışımı hazırlanmıştır. Her 1 lt için 0,25 gr BHT konulmuştur. 1 g örnek için 20 mL solvent ileve edilerek toraxlama işlemi gerçekleştirilmiştir. 2 g örnek için 40 mL solvent ilave edilerek toraxlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Numaralandırılmış tüplere, homojenize edilmiş örneklerden yaklaşık 1 g tartılıp ve tüplerin içerisine örnek konulmuştur. Tüplerin içerisine 20 mL solvent çözeltisi eklenip ve tüplerin ağzı kapalı olarak buz içerisine konulmuştur. Ultratoraks ile örnekler yaklaşık 1dk homojenize edildikten sonra her örnekte toraksın şaftı önce solvent çözeltisiyle ardından saf su ile son olarak peçeteyle kurutularak boş çalıştırılmıştır. Torakslanan örnekler Watman kâğıdı konulmuş nuche erlenlerine dökülüp süzme işlemi hava motoruyla sağlanmıştır. Örneği dökmeden önce Watman kâğıdının her yeri solvent ile ıslatılmış ve örnek döküldüğü anda hava motoru açılmıştır. Tüpte kalan örnek için tüp solvent ile yıkanıp süzülmüştür.. Nuche erleni solventten geçirilip kalan örnekte tüp içerisine aktarılmıştır. Daha sonra üzerine 4 mL $MgCl_2$ konmuş ve üzerine azot gazı basılırken hava almayacak şekilde hemen kapağı kapatılıp ardından bir gece karanlıkta bekletilmiştir. Daha sonra evaporater aşamasına geçilmiş, tabakalaşan örneklerin alt kısmı pastör pipeti yardımıyla üst faz asla alınmadan yeni toraks tüplerine aktarılmıştır. Bu işlemin ardından tüpler Evaporatöre yerleştirilip N_2 (azot) gazı ile choloroformu uçurulup ve choloroformu uçan (azalan) örnekler küçük tüplere aktarılmıştır. Büyük tüpün içi choloroform ile yıkanır kalan örnekte küçük tüpe alınır (küçük tüpün darası belirlenir). Küçük tüpe alınan örnekler, küçük evapa yerleştirilerek sabitlenene kadar uçurulmuştur (Sabitleme işlemi ara ölçümlerle belirlenir ara ölçümler yaklaşık dört kez terazide tartılır ve arka arkaya değerler aynı

çıkarsa sabitlenmiş olur). Yağ oranını belirlediğimiz örneklerin üzerine N_2 (azot) gazı basılıp kapatılmıştır. Bundan sonraki aşamada sabunlaşma ve esterleşme işleminde örneklerin içerisindeki yağ asitlerinin mg olarak belirlenmesi için örnek tüplerine $C_{19:0}$ internal standartı örneklerin yağ miktarı oranında konulmuştur. Örneklerin üzerine metanolik NAOH' tan 1.5 mL koyup vortekslenmiştir. 80°C' de 1 saat inkübasyon yapılmıştır. Yarım saat oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Etüvden çıkan örnekler sabunlaşmış haldedir. Örneklerin üzerine 2mL BF_3 (yüksek sıcaklıklara karşı koruma sağlar) koyulup ve gaz basılmıştır. Daha sonra 80°C' de 30 dk etüvde inkübasyon yapılmış ve oda sıcaklığında soğutulmuştur. **(**Hekzan aşamasında yeni tüplerin dibine sodyum sülfat maddesi konulur) soğuyan örneklerin üzerine 1mL hekzan koyulup vortekslenmiştir. Bu işlemin ardından 1 mL ultrasafsu eklenerek tekrar vorteks işlemine tabi tutulmuştur. Eğer tabakalaşma iyi olmaz ise örnekler santrifüjlenir ve santrifüj yardımıyla tabaka oluşması sağlanır.Tabakalaşan örneklerin üst fazı, sodyum sülfat (Na_2SO_4 uçmayan suyu çekmesi için) içeren yeni tüplere alınmıştır. Üzerine 1mL hekzan eklenmiştir. Düşük devirde vortekslendikten sonra 1,0-1,5 mL alıp GC viyallerine koyulup ve gaz basılmıştır.

3.2. İstatistiksel Hesaplamalar

Denemeler sonucunda elde edilen veriler SPSS istatistik tek yönlü varyans analizi ANOVA ile analiz edilmiştir. Önemli farkların bulunduğu durumlarda, ortalamalar Duncan (n sayıları eşit olduğu durumlarda) ya da Scheffe's (n sayıları eşit olmadığı durumlarda) çoklu karşılaştırma testleri ile karşılaştırılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar 0,05 önem seviyesinde test edilmiştir. Sonuçlar ortalama ± standart hata (ort. ± S.H.) şeklinde verilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bütün veriler SPSS 11.5 (SPSS, Chicago, IL) istatistik paket programında analiz edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

4.1.1. Deneme Tanklarındaki Çevresel Parametreler

Deneme süresince tanklardaki su sıcaklıkları minimum 23,0°C ile maksimum 32,4°C arasında değişmiştir. Çalışma boyunca kaydedilen sıcaklık değerleri ortalama olarak 28,6 ± 2,52°C' dir. Deneme süresince ölçülen minimum ve maksimum O_2 değerleri 5,30 mg/L ve 6,00 mg/L olarak kaydedilmiştir. Araştırma süresince ölçülen su parametrelerinde önemli bir dalgalanma olmamıştır.

4.1.2. Ağırlık Olarak Büyüme

Deneme sonunda canlı ağırlık kazancına (CAK) bakıldığında, gruplar arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). En iyi canlı ağırlık kazancı BY/SY grubu bireylerinde bulunurken en düşük canlı ağırlık kazancını BY/SFY grubu göstermiştir. BY grubu BY/SY grubuna yakın iken, BY/KY grubu yaklaşık BY/SY grubu bireylerine yaklaşık bir canlı ağırlık kazancı göstermiştir.BY/SY grubu bireylerinin ortalama ağırlıkları 90. gün sonunda 71,70 g ile en yüksek değerde bulunmuştur. (Çizelge 4.1)

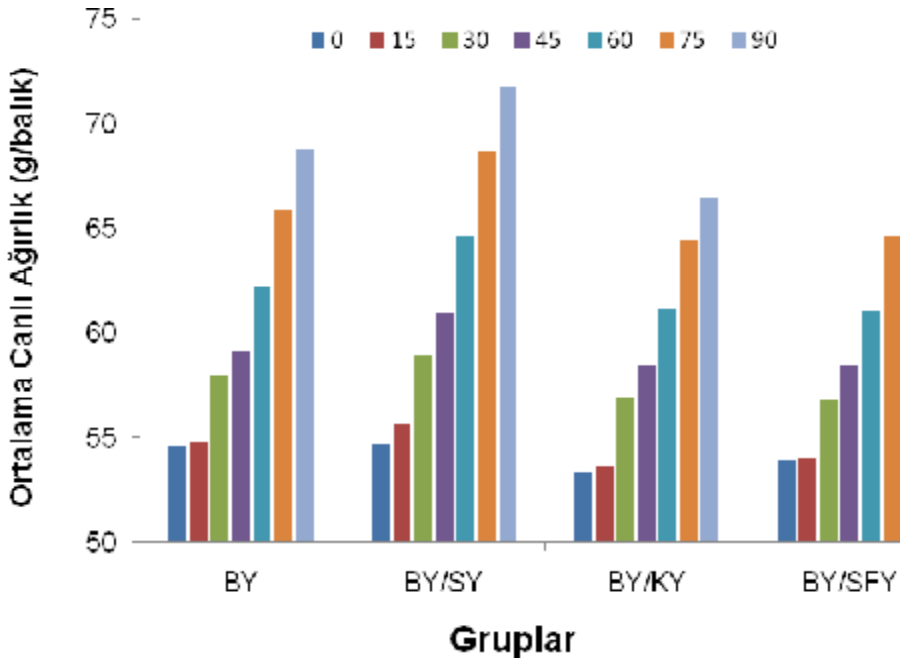
Spesifik büyüme oranı açısından, en yüksek değer yine BY/SY'deki bireylerde bulunurken, tek yönlü varyans analizi sonucunda gruplar arasında istatistiksel açıdan bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Spesifik büyüme oranı 0,23 ile 0,30 arasında saptanmıştır.

Denemede elde edilen yem değerlendirme verilerine bakıldığında yem çevrim oranı açısından gruplar arasında bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Grupların yem çevrim oranları ortalama 5,14± 0,89 olarak hesaplanmıştır.

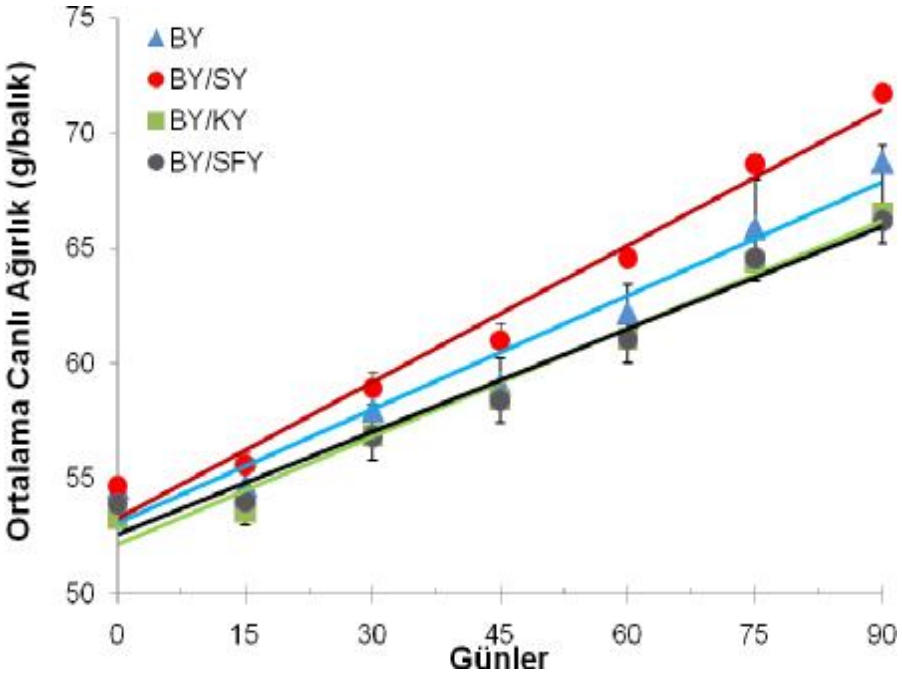
Deneme sonunda hesaplanan günlük yem alım miktarlarında en yüksek yem alımını BY/SY grubundaki bireylerde bulunmuştur ($p>0,05$). Ortalama olarak BY ile beslenen grup bireyleri 15,44 g/gün yem tüketirken, BY/SY'deki bireyler 16,44 g/gün yem tüketmiş, BY/KY grubundaki bireyler 16,01 g/gün yem tüketmişlerdir. BY/SFY grubunda bulunan bireyler ise 15,39 g/gün yem tüketmişlerdir.

Protein etkinlik oranına bakıldığında gruplar arasında istatistiksel açıdan fark gözlenmiştir ($p<0,05$). En iyi grup BY/SY 0,34 ± 0,01 iken, en düşük yem etkinliğini BY/SFY 0,23 ± 0,06 oluşturmaktadır.

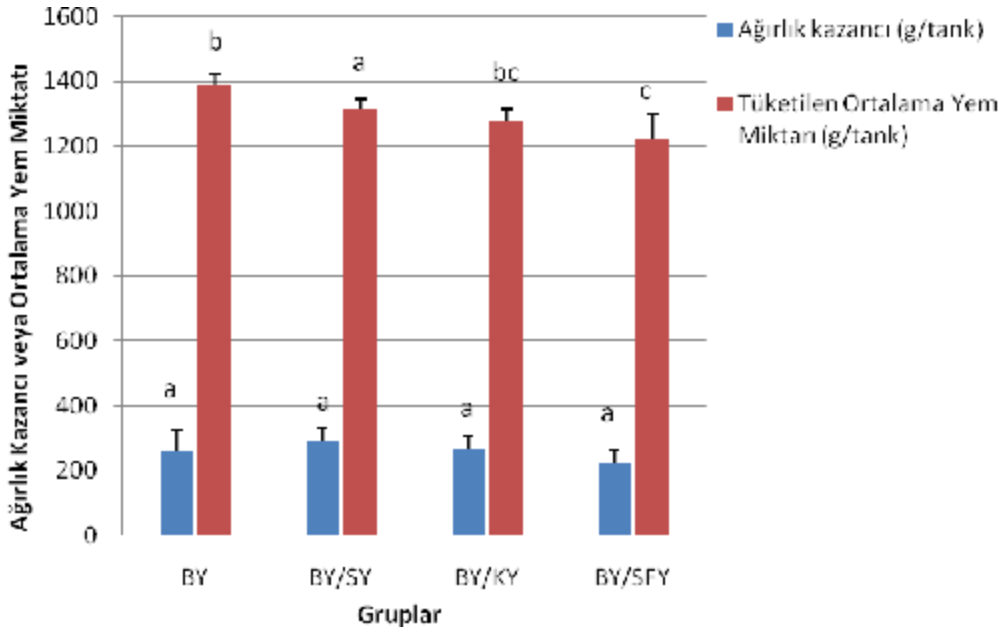
90 günlük deneme sonunda, gruplar arasında yaşama oranı açısından istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).



Şekil 4.1. 90 gün süresince beslenen levrek bireylerinin her 15 günde ölçülen ortalama canlı ağırlık artışı



Şekil 4.2. 90 gün süresince beslenen levrek bireylerinin ortalama canlı ağırlık artışı



Şekil 4.3. 90 gün süresince beslenen levreklerin ağırlık kazancı/ortalama yem miktarı

Çizelge 4.1. Alternatif yağ kaynağı kullanılan levrek bireylerinde 90 günlük deneme sonunda alınan deneme sonu vücut ağırlığı (VA), Canlı ağırlık kazancı (CAK), Spesifik büyüme oranı (SBO), Yem çevrim oranı (YÇO), Protein etkinlik oranı (PEO) ve Yaşama oranı (YO) dır.

	Deneme Yemleri				
	BY	BY/SY	BY/KY	BY/SFY	P
BA	54,63 ± 0,48	54,68 ± 0,20	53,27 ± 0,68	53,90 ± 0,07	
FA	68,75 ± 1,91^{ab}	71,70 ± 0,35^{a}	66,49 ± 2,13^{b}	66,18 ± 3,29^{b}	0,005
CAK	14,12 ± 0,32^{b}	17,02 ± 0,52^{a}	13,23 ± 0,73^{bc}	12,28 ± 0,46^{c}	0,000
SBO	0,26 ± 0,02^{a}	0,30 ± 0,01^{a}	0,25 ± 0,03^{a}	0,23 ± 0,06^{a}	0,123
YÇO	4,93 ± 0,37^{a}	4,54 ± 0,55^{a}	4,89 ± 0,59^{a}	5,58 ± 0,79^{a}	0,261
GYA	15,44 ± 0,35^{a}	16,44 ± 0,39^{a}	16,01 ± 0,43^{a}	15,39 ± 1,01^{a}	0,185
PEO	0,29 ± 0,03^{ab}	0,34 ± 0,01^{a}	0,25 ± 0,04^{b}	0,24 ± 0,06^{b}	0.053
YO	100,00 ± 0,00^{a}	96,67 ± 2,89^{a}	100,00 ± 0,00^{a}	98,33 ± 2,89^{a}	0,219

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Çizelge 4.2. 90 süresince alternatif yağ kaynakları ile beslenen levrek bireylerinin tüm vücut besin madde kompozisyonları (protein, lipit, kuru madde ve ham kül).

	Deneme Yemleri				
	BY	BY/SY	BY/KY	BY/SFY	P
Protein	17,66 ± 0,41^{ab}	17,50 ± 0,24^{b}	17,31 ± 0,36^{b}	18,17 ± 0,13^{a}	0,042
Yağ	9,10 ± 1,15^{a}	8,33± 0,28^{a}	8,68 ± 0,17^{a}	8,76 ± 0,19^{a}	0,520
Kuru Madde	31,21 ± 1,0^{a}	29,11 ± 1,94^{a}	29,01 ± 3,06^{a}	30,22 ± 0,58^{a}	0,485
Ham Kül	6,73 ± 0,93^{a}	6,40 ± 1,55^{a}	6,02 ± 2,96^{a}	6,51 ± 0,43^{a}	0,964

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

4.1.3. Besin Madde Bileşenleri

Denemenin başlangıcında tüm vücut protein, lipit, kuru madde ve ham kül miktarları sırasıyla; %18,91±033, %11,03±0,90, %32,9±0,60 ve %4,9±0,75 olarak bulunmuştur. Deneme sonunda test edilen balıkların tüm vücut protein, lipit, kuru madde ve ham kül aşağıdaki gibidir.

4.1.1.3. Protein ve Lipit İçerikleri

Deneme sonunda tüm vücuttaki besinsel kompozisyon, Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Tüm vücut protein kompozisyonu, gruplar arasında farklılıklar göstermiştir. Buna göre BY/SFY ile beslenen grubun ham protein oranı diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. BY/SFY grubu yemlerle beslenen balıkların protein oranı %18-19 arasında değişmiştir. BY (kontrol) grubu yemleriyle beslenen bireylerin protein oranı ve BY/SY ile beslenen bireylerin tüm vücut protein oranı da %17-18 arasında değişmiştir. En düşük protein oranı olan grup ise BY/KY %16-17 grubu bireylerinde belirlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda gruplar arasında lipit oranları arasında istatistiksel açıdan bir fark görülmemiştir ($p>0,05$). Gruptaki bireylerin tüm vücut lipit içerikleri % 8,33- 9,10 arasında değişmiştir.

4.1.1.4. Kuru Madde ve Ham Kül İçerikleri

Tüm vücut kuru madde içeriği incelendiğinde, tek yönlü varyans analizi sonucunda gruplar arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). En yüksek kuru madde oranı %31,21 ile kontrol grubu BY oluşturmaktadır. En düşük kuru madde oranı ise %29,01 ile BY/KY grubu bireylerinde bulunmuştur. Ham kül analizlerinde istatistiksel açıdan gruplar arasında fark kaydedilmemiştir ($p>0,05$). Grupların ortalama ham kül içerikleri % 6,02-6,73 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.3. 90 Günlük Deneme Sonunda Tüm Vücut Yağ Asitleri Kompozisyonu

	BY	BY/SY	BY/KY	BY/SFY	P
Yağ asidi (mg/g)					
14:0	3,00 ± 0,02^{a}	2,7 ± 0,19^{b}	2,7 ± 0,10^{b}	2,7 ± 0,11^{b}	0,031
14:1	0,1± 0,02	0,1 ± 0,00	0,1 ± 0,04	0,1 ± 0,01	0,525
15:0	0,3 ± 0,01	0,3 ± 0,05	0,3 ± 0,01	0,4 ± 0,07	0,330
15:1	0,3 ± 0,14	0,3 ± 0,13	0,3 ± 0,07	0,3 ± 0,14	0,802
16:0	13,9 ± 0,32	12,8 ± 0,80	13,2 ± 0,35	14,2 ± 0,85	0,074
16:1n-7	4,7 ± 0,23^{a}	4,1 ± 0,31^{b}	4,1 ± 0,26^{b}	4,2 ± 0,03^{b}	0,045
17:0	0,2 ± 0,04	0,2 ± 0,10	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,04	0,400
16:2n-4	0,3 ±0,03	0,3 ± 0,03	0,3 ± 0,05	0,3 ± 0,02	0,163
16:3n-4	0,4 ±0,03	0,4 ± 0,04	0,4 ± 0,03	0,4 ± 0,04	0,596
17:1	0,2 ±0,13	0,2 ± 0,07	0,3 ± 0,02	0,3 ± 0,21	0,743
18:0	3,3 ±0,10	3,5 ± 0,35	3,2 ± 0,04	3,5 ± 0,17	0,363
18:1n-9	28,8 ±2,06^{ab}	27,5 ± 1,01^{b}	30,7 ± 0,69^{a}	27,2 ± 0,34^{b}	0,027
18:1n-7	0,0 ±0,00	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00	0,0 ±0,00	
18:2n-6	15,3 ± 0,36^{c}	16,80 ± 0,30^{b}	15,0 ± 0,32^{c}	18,3 ± 1,06^{a}	0,001
18:3n-6	0,1 ± 0,02	0,1 ± 0,07	0,1 ± 0,08	0,00 ± 0,04	0,482
18:3n-3	2,5 ± 0,10^{a}	1,9 ± 0,32^{b}	2,6 ± 0,17^{a}	2,5 ± 0,20^{a}	0,012
18:4n-3	0,2 ± 0,02	0,3 ± 0,14	0,3 ± 0,33	0,2 ± 0,17	0,575
20:0	0,6 ± 0,02	0,7 ± 0,11	0,4 ± 0,31	0,6 ±0,01	0,189
20:1n-11	0,2 ± 0,01	0,3 ± 0,07	0,2 ± 0,08	0,1 ± 0,14	0,452
20:1n-9	4,2 ± 0,06	3,6 ± 0,34	3,8 ± 0,41	3,7 ± 0,29	0,127
20:2n-6	0,7 ± 0,04	0,9 ± 0,14	0,7 ± 0,06	0,7 ± 0,22	0,241
20:3n-6	0,2 ± 0,05	0,2 ± 0,06	0,1 ±0,08	0,1 ± 0,09	0,951
20:4n-6	0,8 ± 0,17	1,1 ± 0,42	0,7 ± 0,08	0,8 ± 0,31	0,372
20:3n-3	0,2 ± 0,05	0,2 ± 0,14	0,1 ± 0,08	0,3 ± 0,34	0,672
20:4n-3	0,7 ± 0,11	0,6 ± 0,13	0,5 ± 0,07	0,6 ± 0,09	0,133
20:5n-3	4,7 ± 0,19	4,4 ± 0,22	4,2 ± 0,32	4,2 ± 0,24	0,001
22:0	2,4 ±0,31	2,5 ± 0,65	1,8 ± 0,56	2,3 ± 0,41	0,407
22:1n-11	0,0 ±0,04	0,2 ± 0,29	0,1 ± 0,11	0,1 ± 0,06	0,343
22:2n-6	0,1 ±0,10	0,3 ± 0,19	0,1 ± 0,05	0,2 ± 0,01	0,315
22:4n-6	0,1 ±0,12	0,3 ± 0,30	0,2 ± 0,09	0,1 ± 0,06	0,397
22:1n-9	0,2 ±0,03	0,7 ± 1,04	0,2 ± 0,17	0,2 ± 0,06	0,525
22:5n-3	2,2 ±0,18^{bc}	2,4 ± 0,04^{ab}	2,5 ± 0,09^{a}	2,0 ± 0,24^{c}	0,007
22:6n-3	10,1 ± 0,29	10,0 ± 0,38	10,6 ± 1,66	9,1 ± 0,47	0,328
24:1n-9	0,0 ±0,00	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00	0,0 ±0,00	
ΣDYA	22,6 ±1,86	22,6 ± 0,04	21,8 ± 0,99	23,9 ± 0,95	0,158
ΣMUFA	39,6 ±2,10^{cb}	37,9 ± 0,15^{ba}	40,4 ±1,06^{a}	37,0 ± 0,62^{c}	0,001
ΣPUFA	37,9 ±0,24	39,5 ± 0,19	37,8 ± 1,47	39,1 ± 1,38	0,915
Σn3	20,5 ±0,35	19,8 ± 0,68	20,9 ± 1,75	18,8 ± 1,02	0,731
Σn6	17,3 ±0,34	19,7 ± 0,73	17,0 ± 0,32	20,3 ± 1,18	0,886
n3/n6	1,2 ±0,04	1,0 ± 0,07	1,2 ± 0,13	0,9 ± 0,08	0,701

Değerler ±standard sapmayı (n= 3) göstermektedir. Aynı satırda bulunan ve farklı harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (P< 0,05) ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile analiz edilmiştir.

Çizelge 4.4. Tüm vücut istatistik analiz sonucunda farklılık bulunan yağ asidi grupları.

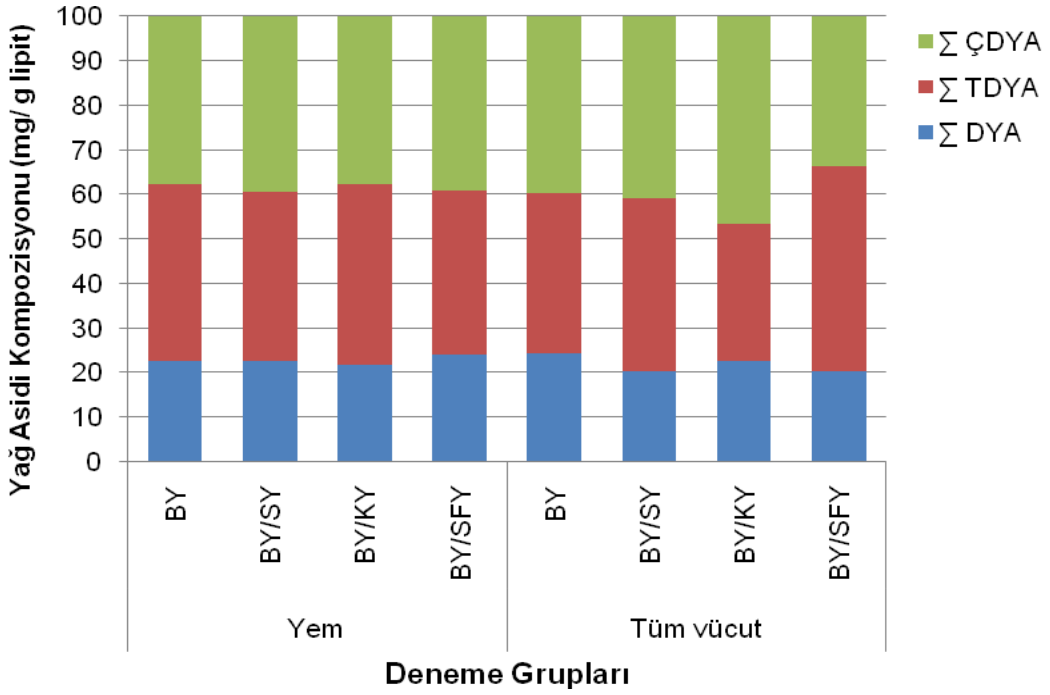
Factor	*df*	SeqSS*	*F* ratio	P
14:0	3	0,216	4,962	0,031
16 1n-7	3	0,780	4,274	0,045
18 1n-9	3	22,329	5,265	0,027
18 2n-6	3	21,220	18,946	0,001
18 3n-3	3	0,970	7,055	0,012
22 5n-3	3	0,642	8,567	0,007
MUFA		11,449	19,323	0,001

Denemenin başlangıcında ve deney sonunda her deney grubundan rastgele alınan 9 adet balık örneklerinin etinde yağ asidi kompozisyonu analizleri yapılmıştır. İstatistiksel analizler sonucunda farklı çıkan yağ asitleri çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Gruplar arasında oleik asit (18:1n-9) miktarları arasında istatistiksel açıdan fark bulunmuştur ($p<0,05$). Oleik asit miktarı en yüksek grup 30,7±0,69 BY/KY iken, oleik asitçe miktarınca en düşük grup 27,2±0,34 BY/SFY grubudur. Linoleik asit miktarına bakıldığında en yüksek grup 18,3±1,06 BY/SFY grubu iken, en düşük grup 15,0±0,32 BY/KY grubudur. Linolenik asit (18:2n-6) miktarlarına bakıldığında en yüksek grup 2,6±0,17 BY/KY grubu oluştururken, en düşük grubu 1,9±0,32 BY/SY grubu oluşturmaktadır. DHA miktarlarına bakıldığı zaman en yüksek grubu 2,5±0,09 BY/KY grubu oluştururken, en düşük grubu ise 2,0±0,24 ile BY/SFY grubu oluşturmaktadır. Miristik asit (14:0) bakıldığında en yüksek grup 3,0±0,02 BY grubu iken, en düşük grup 2,7±0,10 BY/KY grubu bireylerinde bulunmuştur. Palmitoleik asit (16:0) miktarlarına bakıldığında en yüksek grup 4,7±0,3 BY grubu oluştururken, en düşük grubu 4,1±0,26 BY/KY grubu oluşturmaktadır. Toplam tekli doymuş yağ asit miktarlarına bakıldığı zaman en yüksek grup 40,4±1,06 BY/KY grubu iken, en düşük grup 37,0±0,62 BY/SFY grubu oluşturmaktadır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.5. Denemede Kullanılan Yemlerin Yağ Asitleri Kompozisyonu İçerikleri

	BY	BY/SY	BY/KY	BY/SFY
Yağ asidi (mg/g)				
14:0	3,5 ± 0,00	2,3 ± 0,01	2,6 ± 0,08	2,6 ± 0,08
14:1	0,1 ± 0,00	0,1 ± 0,02	0,1 ± 0,01	0,1 ± 0,01
15:0	0,3 ± 0,01	0,2 ± 0,06	0,3 ± 0,08	0,2 ± 0,01
15:1	0,1 ± 0,01	0,1 ± 0,01	0,1 ± 0,04	0,1 ± 0,02
16:0	13,7 ± 0,04	11,9 ± 0,35	13,8 ± 0,04	11,7 ± 0,51
16:1n-7	5,0 ± 0,01	3,0 ± 0,39	3,3 ± 0,16	3,4 ± 0,07
17:0	0,1 ± 0,00	0,1 ± 0,04	0,2 ± 0,01	0,1 ± 0,03
16:2n-4	0,6 ± 0,00	0,6 ± 0,13	0,4 ± 0,02	0,4 ± 0,03
16:3n-4	0,7 ± 0,00	0,5 ± 0,16	0,6 ± 0,00	0,6 ± 0,02
17:1	0,6 ± 0,00	0,5 ± 0,09	0,4 ± 0,01	0,4 ± 0,02
18:0	3,3 ± 0,06	4,2 ± 0,16	4,1 ± 0,36	3,4 ± 0,23
18:1n-9	25,6 ± 0,0	31,4 ± 1,38	23,7 ± 0,43	38,1 ± 0,26
18:1n-7	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
18:2n-6	17,4 ± 0,03	25,4 ± 0,79	28,2 ± 1,52	16,6 ± 0,66
18:3n-6	0,1 ± 0,00	0,1 ± 0,06	0,00 ± 0,00	0,1 ± 0,07
18:3n-3	2,9 ± 0,05	1,6 ± 0,19	3,6 ± 0,21	3,9 ± 0,14
18:4n-3	0,3 ± 0,00	0,1 ± 0,08	0,1 ± 0,02	0,2 ± 0,02
20:0	1,2 ± 0,02	0,7 ± 0,11	0,7 ± 0,02	0,7 ± 0,00
20:1n-11	0,4 ± 0,00	0,4 ± 0,10	0,3 ± 0,24	0,4 ± 0,08
20:1n-9	2,5 ± 0,00	1,8 ± 0,20	1,8 ± 0,10	2,6 ± 0,14
20:2n-6	0,6 ± 0,01	0,4 ± 0,03	0,3 ± 0,05	0,3 ± 0,06
20:3n-6	0,4 ± 0,00	0,2 ± 0,12	0,1 ± 0,00	0,1 ± 0,09
20:4n-6	0,6 ± 0,04	0,5 ± 0,20	0,5 ± 0,49	0,5 ± 0,18
20:3n-3	0,3 ± 0,00	0,1 ± 0,04	0,1 ± 0,05	0,1 ± 0,02
20:4n-3	0,8 ± 0,00	0,5 ± 0,19	0,5 ± 0,11	0,4 ±0,01
20:5n-3	6,9 ± 0,01	5,1 ± 0,15	5,1 ± 0,17	4,8 ± 0,19
22:0	2,1 ± 0,00	0,8 ± 0,23	0,8 ± 0,23	1,4 ± 0,59
22:1n-11	0,2 ± 0,00	0,3 ± 0,31	0,1 ± 0,04	0,00 ± 0,06
22:2n-6	0,1 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,2 ± 0,06	0,1 ± 0,60
22:4n-6	0,3 ± 0,00	0,2 ± 0,15	0,1 ± 0,11	0,1 ± 0,03
22:1n-9	0,3 ± 0,00	0,1 ± 0,04	0,1 ± 0,14	0,1 ± 0,00
22:5n-3	1,8 ± 0,00	1,3 ± 0,52	1,3 ± 0,10	1,1 ± 0,02
22:6n-3	7,3 ± 0,00	5,3 ± 0,88	6,2 ± 0,69	5,3 ± 0,58
24:1n-9	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
ΣDYA	24,2 ± 0,01	20,3 ± 0,05	22,6 ± 0,54	20,1 ± 0,26
ΣMUFA	35,9 ± 0,00	38,8 ± 1,42	30,9 ± 0,01	46,2 ± 0,38
ΣPUFA	39,8 ± 0,00	40,9 ± 1,47	46,5 ± 0,55	33,7 ± 0,11
Σn3	20,3 ± 0,00	14,0 ± 1,75	16,8 ± 0,37	15,9 ± 0,71
Σn6	19,5 ± 0,00	26,9 ± 0,28	29,7 ± 0,92	17,8 4 0,60
n3/n6	1,0 ± 0,00	0,5 ± 0,07	0,6 ± 0,03	0,9 ± 0,007

(n=3, Sonuçların ortalama değeri ± standart sapma).



Şekil 4.4. 90 süresince beslenen levrek bireylerinin yem ve tüm vücut yağ asidi kompozisyonu

Deneme sonunda tüm vücut yağ asiti profilleri ile yemlerdeki yağ asiti profilleri karşılaştırıldığında, ∑PUFA bakımından, tüm deneme gruplarda tüm vücut yağ asiti miktarlarında azalma meydana gelmiştir. ∑MUFA miktarları BY ve BY/KY grubunun tüm vücutlarında artarken, BY/SY ve BY/SFY gruplarında azalmıştır. ∑DYA miktarlarına bakıldığında, BY/SY ve BY/SFY gruplarında artmıştır. BY ve BY/KY gruplarında azalmıştır (Şekil 4.4).

4.2. Tartışma

Son yıllarda karnivor balık türlerinin beslenmesi ile ilgili yapılan araştırmaların önemli bir bölümünü balık diyetlerinin temel ham maddelerinden biri olan balık yağına alternatif olarak kullanılan bitkisel yağların, balıkların büyüme performansına ve vücut kompozisyonuna etkisi ile ilgili konular oluşturmaktadır. Balık diyetlerinde enerji kaynağı olarak kullanılan yağların büyüme, yaşama oranı ve

vücut kompozisyonuna etkisi olduğu bilinmektedir (Yıldız ve Şener, 2004; Almaida ve Pagan, 2007).

Yaptığımız çalışmada spesifik büyüme oranı açısından istatistiksel açıdan bir fark bulunmamıştır. Ancak gruplar arasında en iyi spesifik büyüme oranı BY/SY grubunda bulunmuştur. Benzer olarak, Hernandez ve ark (2007), sivriburun karagöz (*Diplodus puntazzo*)'de alternatif yağ kaynağı olarak karagöz bireyleri için keten tohumu yağı ve soya yağı kullanmışlardır. Bu çalışmanın sonunda hesaplanan spesifik büyüme oranının gruplar arasında istatistiksel açıdan bir farklılık göstermediğini bildirmişlerdir. Başka çalışmalarla da örtüşen diğer bir çalışma, Montero ve ark (2005), levreklerde yapmış oldukları çalışmada keten tohumu kanola ve soya yağını %60 oranında balık yağı ile değiştirerek diyetlere uygulamışlardır. Deneme sonunda en iyi spesifik büyüme oranına sahip grubun %100 balık yağı ile beslenen kontrol grubunun sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışma sonucunda kontrol grubu BY/SFY grubuna göre daha iyi bir büyüme sağlamıştır. Sonuçlarımızın ve diğer çalışmaların aksine, Figuerede-Silva ve ark (2005), yılında levreklerde yapmış oldukları çalışmada bitkisel yağ kaynağı kullanmışlar ve büyümeye herhangi bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmaya ek olarak diğer bir çalışmada, Hung ve ark (2007), yılında kırmızı mercan (*Pagrus major*)'da yapmış oldukları çalışmada balık yağı ve kanola yağı kullanmışlardır. Çalışma sonunda canlı ağırlık kazancı yem alımı yem etkinliği, yaşama oranına herhangi bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar doğrultusunda, yemlerde kullanılan yağ kaynaklarından gelen yağ asitlerinin büyümeye etkisi olduğu görülmektedir.

Canlı ağırlık artışı, balıklara belirli bir süre verilen yemin etkili bir şekilde kullanılıp kullanılmadığını gösteren iyi bir büyüme indeksidir. Yaptığımız deneme sonunda canlı ağırlık kazancına baktığımız zaman en iyi canlı ağırlık kazancına sahip grubumuz BY/SY grubu oluştururken, BY/KY ve BY/SFY grupları en az canlı ağırlık artışı gözlenmiştir. Susam yağının yağ asiti profilinden gelen 18 karbonlu yağ asitlerinin desaturasyonu ve elangasyonu sayesinde büyümeye etki ettikleri gözlenmiştir. Sonuçlarımızın aksine, Chen ve ark (2008), (*Acantapagrus schlegeli*) yaptıkları 9 haftalık çalışmada farklı oranlarda soya yağı kullanarak balık yağı olan kontrol grubu ile kıyaslamışlardır. Deneme sonunda kontrol grubundaki büyüme

oranı %60 soya ve %80 soya yağı kullanılan gruplardaki büyüme oranı ile benzerlik gösterdiği ve yem çevrim oranı ve kondisyon faktörlerinde de istatistiksel açıdan bir fark bulunmadığı belirtilmiştir. Izquierdo ve ark (2004), çipuralarda yapmış oldukları çalışmada kanola, keten tohumu ve soya yağını %60 oranında kullanmışlardır. Çalışma sonunda en iyi canlı ağırlığa sahip grubun %100 balık yağı kullanılan grupta olduğunu belirtmişlerdir. Richard ve ark (2006), levreklerde yapmış oldukları çalışmada balık yağını %60 oranında kullanmışlar %40 oranında bitkisel yağlarla karışım oluşturmuşlar deneme sonunda büyüme performansına hiçbir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Lin ve ark (2007), hamur balığı (*Epinephelus coiodes*) ile yapmış oldukları çalışmada kanola yağı ve soya yağı kullanmışlardır. Deneme sonunda büyümeye herhangi bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Fountulaki ve ark (2009), çipurada (*Sparus aurata*)' da yapmış oldukları 6 aylık çalışmada, çalışmanın ilk 2 ayı balık yağına alternatif palmiye yağı, kanola yağı ve soya yağı kullanmışlardır. Deneme sonunda büyümenin ve yemden yararlanmanın soya yağı ve kanola yağında balık yağına oranla çok fazla etkili olmadığı belirtilmiştir. Yem ham maddelerinden, balık ununun içerdiği EPA ve DHA'nın yeterli derecede büyümeye etkisi olduğu düşünülmektedir.

Deneme sonunda hesaplanan YÇO 4,54 ile 5,58 arasında değişmiştir. YÇO değerinin yüksek olmasının sebebi, deneme yemlerinin pres pelet makinesinde yapılmasından dolayı yemlerin etkili bir şekilde kullanılamadığını düşünülmüştür. Çalışmamızın aksine, Trushenskı ve Boesenberg (2009), %33 ve %67 keten tohumu içeren yemlerle beslenen sunshine levreğinde (*Morone chrysops* ♀ x *M, saxatilis* ♂) YÇO değeri 2,3 civarında göstermiştir. Sonuçlarımızın aksine, Chen ve ark (2008), (*Acantapagrus schlegeli*) yaptıkları 9 haftalık çalışmada farklı oranlarda soya yağı kullanarak balık yağı olan kontrol grubu ile kıyaslamışlardır. Deneme sonunda kontrol grubundaki yem çevrim oranı ve kondisyon faktörlerinde oranı %60 soya ve %80 soya yağı kullanılan gruplardaki ile benzerlik gösterdiği ve de istatistiksel açıdan bir fark bulunmadığı belirtilmiştir.

Yaptığımız deneme sonunda yapılan yağ asitleri analizlerden, tüm vücut DYA'lerine bakıldığında en yüksek grup BY/SFY ile beslenen bireylerde tespit edilmiştir. DYA diğer gruplarda birbirine yakın sonuçlar gözlenmiştir. Özellikle,

elde edilen verilere göre, tüm vücut yağ asit kompozisyonları değerlendirildiğinde tekli doymuş yağ asit ortalamaları açısından gruplar arasında farklılıklar belirlenmiştir. En yüksek BY/KY grubu oluşturmaktadır. Denemede linoleik yağ asit miktarlarına bakıldığı zaman kontrol grubu BY daha düşük iken, BY/SFY grubu en yüksek orandaki grubu oluşturmuştur.Çalışmamıza benzer olarak, Skalli ve Robin (2004)'de n-3 yüksek doymamış yağ asitleri içeren yemlerle beslenen levreklerin tüm vücutlarında linoleik yağ asit miktarlarının kontrol grubuna göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Denemede α-linoleik yağ asiti (ALA) miktarına baktığımızda en yüksek grubu BY/KY grubu oluştururken, kontrol grubunda benzer bir oran göstermiştir.Çalışmamıza benzer bir şekilde, Bell ve ark (2001), %100 kanola yağı içeren yemlerle beslenen salmon (S. salar) bireylerinin özellikle α-linoleik yağ asitlerinin kullanıldığını bildirmişlerdir. Satoh ve ark (2007), yılında kırmızı mercanda (*Pagrus major*) yapmış oldukları çalışmada farklı oranlarda kanola yağı uygulayarak balıkta büyüme performansı ve yağ asit metabolizmasına bakmışlardır. 12 haftalık çalışmada kanola yağını % 25, % 48 ve % 70 oranda kullanmışlardır. Çalışma sonunda diyet gruplarında linoleik ve linoleik yağ asitleri bakımından olumlu bir artış görülürken, EPA ve DHA açısından bir azalış olduğunu belirtmişlerdir.

En yüksek DHA miktarı yine BY/KY grubunda bulunmuştur. EPA miktarları açısından gruplar arasında istatistiksel bir fark çıkmamıştır. Ayrıca, araşidonik asit miktarlarında gruplar arasında fark bulunmamıştır. Avrupa deniz levreğinin 18 karbonlu yağ asitlerini kısıtlı kullanarak EPA ve DHA' ya dönüştürebilmektedir. Yaptığımız çalışmada bu dönüşüm gözlenmiştir. Kanola yağının içerisinde bulunan 18 karbonlu yağ asitlerinin tüm vücut yağ asiti profillerine olumlu yansıyarak balık için önemli olan EPA ve DHA şeklinde depolandığı belirlenmiştir. Sonuçlarımızın aksine, Fountulaki ve ark (2009), çipurada (*Sparus aurata*)' da yapmış oldukları 6 aylık çalışmada, çalışmanın ilk 2 ayı balık yağına alternatif palmiye yağı, kanola yağı ve soya yağı kullanmışlardır. Karaciğer ve et içerisinde bulunan esansiyel yağ asitlerinden DHA, EPA ve araşidonik asit miktarlarında bitkisel yağlarla beslenen grupta daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonunda 120 günlük yeniden

besleme çalışması yapılmış ve DHA, EPA, ARA ve oleik asit miktarlarının seviyelerini telafisi sağlamak istenmiş ancak 120 günün sonunda yeterli bir telafi meydana gelmediğini bildirmişlerdir. Piedecausa ve ark (2007), sivriburun karagözlerde yapmış oldukları çalışmada keten tohumu yağı ve soya yağı kullanmışlardır. Deneme sonunda kaslarda yağ asit profillerine bakmışlar EPA, DHA, ARA değerlerinde bir azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Hernandez ve ark (2007), sivri burun karagöz (*Diplodus puntazzo*) türünde yapmış oldukları çalışmada balık yağına alternatif bitkisel yağ olarak soya yağı ve keten tohumu yağı kullanmışlardır. 92 günlük çalışma sonunda bitkisel yağlarla beslenen gruplarda araşidonik asit, EPA ve DHA değerlerinin balık yağı ile beslenen gruba kıyasla azaldığını belirtmişlerdir. Diğer çalışmalarla örtüşen başka bir çalışmayı, Chen ve ark (2008), (*Acantapagrus schlegeli*) yapmışlardır. 9 haftalık çalışmada farklı oranlarda soya yağı kullanarak balık yağı olan kontrol grubu ile kıyaslamışlardır. Deneme sonunda soya yağı kullanılan gruplardaki yağ asitlerinde linoleik ve linolenik yağ asitlerinde bir artış gözlemledikleri buna karşın DHA ve EPA seviyelerinde bir azalış görüldüğü belirtilmiştir.

Bell ve ark (2000), salmonlarla (*Salmo salar*) yapmış oldukları çalışmada kanola ve balık yağı karışımından oluşan 5 diyet grubunu farklı oranlarda kullanmışlar ve yağ asit kompozisyonlarına bakmışlardır. 1. Grupta %100 balık yağı 2. Grupta %50 balık yağı %50 kanola yağı 3.grupta %75 balık yağı %25 kanola yağı 4. Grupta %100 balık yağı kullanmışlardır. Deneme 17 hafta sürmüştür. Deneme sonunda %100 kanola yağı kullanılan grupta % 50 balık yağı % 50 kanola yağı ve % 25 kanola yağı ve % 75 balık yağı kullanılan gruba göre karaciğerde yüksek yağ seviyesi bulunmuştur. Ayrıca % 100 kanola yağı kullanılan grupta LA ve ALA miktarları artarken kaslara bakıldığında EPA ve DHA oranlarında azalma olduğu bildirilmiştir.

Satoh ve ark (2007), yılında kırmızı mercanda (*Pagrus major*) yapmış oldukları çalışmada farklı oranlarda kanola yağı uygulayarak balıkta büyüme performansı ve yağ asit metabolizmasına bakmışlardır. 12 haftalık çalışmada kanola yağını % 25 %48 ve % 70 oranda kullanmışlardır. Çalışma sonunda diyet gruplarında

linoleik ve linoleik yağ asitleri bakımından olumlu bir artış görülürken, EPA ve DHA açısından bir azalış olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmalara ek olarak, Montero ve ark (2005), levreklerde yapmış oldukları çalışmada soya yağı ve keten tohumu yağı kullanmışlar ve deneme sonunda yağ asit profiline baktıkları zaman n-3 yüksek doymamış yağ asit seviyesinde bir düşüş olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmanın devamı olarak 150 günlük tekrar besleme periyoduna başlamışlar %100 balık yağı ile beslemişler ve EPA ve DHA seviyelerine bakmışlardır ancak bu seviyelerin istenilen oranda bir yükselmeye sahip olmadığını bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada, Piedecausa ve ark (2007), sivriburun karagözlerde yapmış oldukları çalışmada keten tohumu yağı ve soya yağı kullanmışlardır. Deneme sonunda kaslarda yağ asit profillerine bakmışlar EPA, DHA, ARA değerlerinde bir azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Deniz balıkları yetiştiriciliğinde ekonomik öneme sahip türlerden biri olan levreğin, Pazar alanına geniş ve bu alan içerisinde yüksek bir paya sahip olması sebebiyle, kültür koşullarına adapte edilmesinden günümüze kadar geçen süre içerisinde albenisini yitirmemiştir. Fakat son yıllarda deniz balığı yetiştiriciliğinde farklı türler pazara girmeye başlamış ve bu türlerin üretimlerinin artırılmasına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Sarıkuyruk, mercan, mırmır ve karagöz gibi yeni türler, alternatif türler olarak piyasada yer edinmeye çalışmaktadır. Bu nedenledir ki, su ürünleri yetiştiriciliği alanında uğraş veren girişimciler, levreğin yetiştiricilik koşullarını ve gelişme performansını daha verimli olabilecek düzeylere çıkarabilmek amacıyla bilimsel ve teknik anlamda yenilikleri denemekten kaçınmamaktadırlar.

Akdeniz'e kıyısı olan her ülkede irili ufaklı balık çiftliklerinde yetiştiriciliği yapılmakta olan levreğin, bütün yetiştiricilik modellerinde olduğu gibi göz önünde bulundurulması gereken önemli nokta, en düşük girdi ile en yüksek verimi elde edebilmektir. Özellikle orta ve küçük ölçekli firmaların ayakta durabilmesi, büyük firmaların gelişimlerini yakalayabilmesi için, ekonomik anlamda minumum girdiyle çalışmalarını zorunlu kılmaktır. Bu koşulu sağlamanın en önemli kurallarından biri; en büyük maliyet payına sahip yem giderlerinin azaltılması olacaktır. Bu amaçla balığın yemden yararlanma düzeyinin yüksek ve hazırlanan yemlerin balığın isteğini tam anlamıyla karşılayacak karışımda ve ucuz maliyetli olması gerekmektedir.

Türkiye ve Avrupa'daki büyük işletmelerin birçoğunda araştırma geliştirme faaliyetlerinin üzerinde ısrarlı durduğu konu, balığın efektif şekilde beslenme ihtiyacının karşılanmasıdır. Bu sebeple bu işletmelerin çoğunda kendi ürettikleri yemleri kullandıkları ve bu yemlerin kompozisyonlarının maksimum verimi sağlayacak seviyelerde olmasına çalışılmaktadır. Balık yetiştiricilerine yem üreten fabrikalar ise yine aynı konu üzerinde her geçen gün yeni uygulamalarla yem kalitesinin arttırılması için uğraş vermektedirler.İyi bir yem ile beslenen balıkta beklenen, iyi bir gelişme performansı ile et kalitesinin tüketiciyi cezp edecek düzeyde olmasıdır. Ayrıca balıklarda n-3 doymamış yağ asit profillerinin insan sağlığında öneminin belirlenmesinden sonra bu konu üzerinde dikkatle durulmuştur.

Diğer besin türlerine göre daha dengeli ve insanların sağlığına faydalı olacak şekilde yağ asitleri içeriğine sahip olan deniz ürünlerinde ve özellikle balık yetiştiriciliğinde et kalitesinin arttırılmasıyla beraber gelişme performansını daha iyi düzeylere çıkarmak amacıyla balığın yağlardan enerji amacıyla daha fazla yararlanmasını sağlamak ve proteini vücutlarında depo edebilmesi için farklı bilimsel çalışmalar yapılmaktadır.

Yaptığımız deneme sonucunda balık yağına alternatif bitkisel yağlardan susam yağı, kanola yağı ve soya yağı kullandığımız diyetler sonucunda canlı ağırlık kazancına bakıldığında, gruplar arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmuştur. En iyi canlı ağırlık kazancına BY/SY'deki bireyler sahipken en düşük canlı ağırlık kazancını BY/SFY grubu oluşturmaktadır.

Spesifik büyüme oranı açısından, en yüksek değer yine BY/SY'deki bireylerde bulunurken, tek yönlü varyans analizi sonucunda gruplar arasında istatistiksel açıdan bir farklılık bulunmamıştır .

Denemede elde edilen yem değerlendirme verilerine bakıldığında yem çevrim oranı açısından gruplar arasında bir farklılık bulunmamıştır. Grupların yem çevrim oranları ortalama 4,85 ± 0,57 olarak hesaplanmıştır.

Deneme sonunda hesaplanan günlük yem alım miktarlarında en yüksek yem alımını BY/SY'deki bireylerde bulunmuştur. Ortalama olarak BY ile beslenen grup bireyleri 15.44 g/gün yem tüketirken, BY/SY'deki bireyler 16,44 g/gün yem tüketmiş, BY/KY'deki bireyler 16.01 g/gün yem tüketmişlerdir. BY/SFY grubunda bulunan bireyler ise 15.39 g/gün yem tüketmişlerdir.

Protein etkinlik oranına bakıldığında gruplar arasında istatistiksel açıdan fark gözlenmiştir. En iyi grup BY/SY 0.34 ± 0.01 iken, en düşük yem etkinliğini BY/SFY 0.23 ± 0.06 oluşturmaktadır. 90 günlük deneme sonunda, gruplar arasında yaşama oranı açısından istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır.

Tüm veriler göz önünde bulundurulduğunda, kullanılan üç bitkisel yağ kaynağının balık yağı ile karışımlar halinde kullanılması, hem büyüme açısından hem yağ asitlerinin dengelenmesi açısından önerilebilir. Bununla birlikte, balık yağı açısından dışa bağımlı olan yem sanayine alternatif ulusal bir kaynak olarak ülkemizde yetişen bitkisel yem kaynaklarını balık yağı karışımı ile kullanılarak

ekonomik açıdan fayda sağlanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca balık yağı için kullanılan balıklarının stoklarındaki azalıştan dolayı balık yağı fiyatları her geçen gün artmaktadır dolayısı ile yemlerde kullanılan bitkisel kaynakların %50 oranda balık yağı ile değişiminin ekonomik olarak daha uygun olduğu düşünülmektedir. Buna ilaveten hem balıkların yağ asidi kompozisyonu hem de yemlerin daha ekonomik olabilmesi düşünüldüğünde bitkisel yağ kaynaklarının yemlerde karışımlar halinde kullanılması önerilebilir.

Sonuç olarak ülkemizde yoğun yetiştiriciliği yapılan levrek üretiminin her aşamasında yeni ve faydalı bilimsel bilgilere ihtiyaç olduğu düşüncesiyle hareket edilerek balığın üretim aşamasındaki verimi arttırabilmek ve semirtme dönemine kadar olan süreç içerisindeki bitkisel yağ kaynaklarının kullanımının etkilerininde ortaya çıkarılmasının sektöre ve balığın üretimi konusunda cevap bekleyen konuların araştırılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

ALMADA-PAGAN, P.F., HERNANDEZ,M.D., GARCIAGRCIA, B., MADRID, J.A., DE COSTA, J., MENDIOLA, P. 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils on n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acid desaturation and elongation in sharpsnout seabream (*diplodus puntazzo*) hepatocytes and enterocytes, *Aquaculture,* 272: 589-598.

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Helrich, K., (Ed.) 15 edn, Arlington, VA, USA.

AOAC, 1998. Official Methods of Analysis (16th Edition) of the Association of Analytical Chemists, Vols. I and II, 4th Revision.Gaithersburg, Maryland 20877-2417.

BASİRON Y. 2007. Palm oil production through sustainable plantations. European Journal of Lipid Science and Technology 109: 289–295.

BELL, J.G., MCEVOY, J., TOCHER, D.R., MCGHEE, F., CAMPBELL, P.J. and SARGENT, J.R. 2000. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) affects tissue compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. Journal of Nutrition 131: 1535-1543.

CABALLERO, M.J., OBACH A., 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.

CAMPAÑA-TORRES, A., MARTINEZ-CORDOVA, L.R., VILLARREA COLMENARES, H. and CIVERA-CERECEDO R. 2005. Invivo dry matter and protein digestibility of three plant-derived and four animal-derived feedstuffs and diets for juvenile Australian redclaw, *Cherax quadricarinatus*. Aquaculture 250: 248-254.

COMPANY, R., CALDUCH-GİNER,J.A.,PEREZ-SANCHEZ,J., KAUSHİK,S.1999. Protein sparing effect of dietary in common dentex (Dentex dentex): a comparative study with sea bream (Sparus surata) and sea bass (Dicentrachus labrax). Aquat. Living Resour. 12, 23–30.

DAVİD S. FRANCİS, GİOVANNİ M. TURCHİNİ, PAUL L. JONES, SENA S. DE SİLVA. 2007. Effects of fish oil substitution with a mix blend vegetable oil on nutrient digestibility in Murray cod. *Maccullochella peelii peelii* Aquaculture, Volume 269, Issues 1-4, Pages 447-455

DİAS, J., G. CORRAZE, J. ARZEL, M. J. ALVAREZ, J. M. BAUTİSTA, C. LOPEZ-BOTE, AND S. J. KAUSHİK. 1999. Nutritional control of lipid deposition in rainbow trout and European seabass: effect of dietary protein/energy ratio. *Cybium,* 23: (suppl.), 127–137.

FAO 1999. Manual on Hatchery Production of seabass and gilthead seabream. (Eds. Moretti, A., Fernandez-Criado, M.P., Cittolin, G., Guidastri, R., Vol.1. 194 pp.

FAO, 2007a. Fishery Statistical Collections. Fishery Information Data and Statistics Unit (FIDI) - FIGIS Data Collection. FAO, Rome. Retrieved on 19/02/2007.

FAO, 2007b. Glossary of aquaculture. FIGIS. Retrieved on 14/02/2007.

FIGUEIREDO-SILVA, A., ROCHA, E., DIAS, J., SILVA, P., REMA,P., GOMES, E., & VALENTE, L.M.P. 2005. Partial replacement of fish by soybean oil on lipid distribution and liver histology in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles, Aquaculture Nutrition,11: 147-155.

FOLCH, J., LEES, M., SLOANE STANLEY, G.H. 1957. A Simple Method for the Isolation and Purification of total Lipids from Animal Tissues*, Journal of Biological Chemistry,* 226: 497-509.

FONTAGNE, S., PRUSZYNSKI, T., CORRAZE, G. and BERGOT, P. 1999. Effect of coconut oil and tricaprylin on survival, growth and fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*). Aquaculture, 179: 241- 252.

FOUNTOULAKi, E., VASİLAKİ, A., HURTADO, R., GRİGORAKİS, K., KARACOSTAS, I., NENGAS, I., RİGOS, G., KOTZAMANİS, Y., VENOU, B., and ALEXİS, M.N. 2009. Fish oil substitution by vegetable oils in commercial diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.); effects on growth performance, flesh quality and fillet fatty acid profile: Recovery of fatty acid

profiles by a fish oil finishing diet under fluctuating water temperatures. Aquaculture Volume 289, Issues 3-4, Pages 317-326.

GEURDEN, I., COUTTEAU, P.,SORGELOOS, P. 1997. Effect of a dietary phospholipid supplementation on growth and fatty acid composition of European sea bass (Dicentrarchus labrax L.) and turbot (Scophthalmus maximus L.) juveniles from weaning onward. Fish Physiol. Biochem. 16, 259–272.

GUNSTONE FD, HARWOOD JL, PADLEY FB. 1994. The Lipid Handbook. The University Press, Cambridge.

HENDERSON, J.R., SARGENT, J.R. 1985. Chain-length specificities of mitochondrial and peroxisimal β-oxidation of fatty acids in livers of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Comp. Biochem. Physiol. B 82, 79-85.

HENDERSON, J.R., TOCHER, D.R. 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. Prog. Lipid Res. 26, 281-347.

HERNÁNDEZ M.D., PIEDECAUSA M.A., MAZÓN M.J., GARCÍA GARCIA, B. 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) Aquaculture Volume 263: 211-219

HERTRAMPF, J.W., PİEDAD-PASCUAL, F. 2000. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 624 pp.

ISSFAL, 2000. ISSFAL statement on omega-3 Polyunsaturated fatty acids and heart disease. Retrieved on 3/4/2005

IZQUIERDO, M.S., OBACH A., ARANTZAMENDI, L., MONTERO, D., ROBAINA, L. and 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. and GINES, R. 2005. Alerations in filet 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.

JESSE T. TRUSHENSKİ and JOHN BOESENBERG. 2009. Influence of dietary fish oil concentration and finishing duration on beneficial fatty acid profile restoration in sunshine bass *Morone chrysops* ♀ x *M. saxatilis* ♂ Aquaculture Volume 296, Issues 3-4. Pages 277-283.

KAUSHIK, S.J. 2004. Fish oil replacement in aquafeeds. Aqua Feeds: Formulation and Beyond 1(1), 3-6.

KAUSHIK, S.J. 2004. Nutrient Requirements and feding of finfish for aquacluture. Eds. C.D. Webster and C.E. Lim. CABI Publishing. 411 pp.

LANARİ, D., POLİ, B.M., BALLESTRAZİ, R., LUPİ, P., D'AGARO, E., MECATTİ, M. 1999. The effects of dietary fat and NFE levels on growing European sea bass (Dicentrarchus labrax L.). Growthrate, body and fillet composition, carcass traits and nutrient retention efficiency. Aquaculture, 179, 351– 364.

LİN HZ, LİU YJ, HE JG, ZHENG WH, TİAN LX. 2007. Alternative vegetable lipid sources in diets for grouper, Epinephelus coioides (Hamilton): effects on growth, and muscle and liver fatty acid composition. Aquaculture Research 38: 1605–1611.

MARTINS D A., GOMES E., REMA P., DIAS J., OZÓRIO R O A., VALENTE L M P.2006. Growth, digestibility and nutrient utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles fed different dietary soybean oil levels, Aquaculture International, 14: 285–295

MONTERO, D., ROBAINA, L., CABALLERO, M.J., GINES, R. and IZQUIERDO M.S.2005. Growth, feed utilization and flesh quality of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing vegetable oil: A timecourse study on the effect of a re-feeding period with a %100 fish oil diet. Aquaculture 248: 121-134.

MOURENTE, G., DİCK, J.R., BELL, J.G., TOCHER, D.R. 2005. Effect of partial substitution of dietary fish oil by vegetable oils ondesaturation and β-

oxidation of [1-14C] 20:5n-3 (EPA) inhepatocytes and enterocytes of European sea bass (Dicentrarchus L.). Aquaculture 248, 173–186.

MOURENTE G., BELL J G. 2006. Partial replacement of dietary fish oil with blends of vegetable oils (rapeseed, linseed and palm oils) in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) over a long term growth study: effects on muscle and liver fatty acid composition and effectiveness of a fish oil finishing diet, Comp. Biochem. Physiol., 145B: 389–399.

NAKAMURA MT, NARA TY. 2004. Structure, function, and dietary regulation of delta-6, delta-5, and delta-9 desaturases. Annual Review of Nutrition 24: 345–376.

NANTON DA, VEGUSDAL A, BENZE-RØRAA AM, RUYTER B, BAEVERFJORD G, TORSTENSEN BE. 2007. Muscle lipid storage pattern, composition, and adipocyte distribution in different parts of Atlantic salmon (Salmo salar) fed fish oil and vegetable oil. Aquaculture 265: 230–243.

NAYLOR RL, GOLDBURG RJ, PRİMAVERA J, KAUTSKY N, BEVERİDGE MCM, CLAY J. 2000. Effects of aquaculture on world food supplies. Nature 405: 1017–1024.

NRC, 1993. Nutrient requirements of fish . Washington DC, USA: National Academy Press.

OLİVA-TELES, A., CERQUEİRA, A.L. AND GONCALVES, P. 1999. The utilization of diets containing high levels of fish protein hydrolysate by turbot 186 (Scophthalmus maximus) juveniles. Aquaculture 179 (1-4):195-201.

OLIVA-TELES, A. 2000. Recent advances in European sea bass and gilthead sea bream nutrition. Aquaculture International, 6: 477-492.

PERES, H., OLIVA-TELES, A. 1999. Effect of Dietary Lipid Level on Growth Performance and Feed Utilization by European Sea Bass *(Dicentrarchus labrax)* juveniles*, Aquaculture*, 179: 325-334.

PİKE, I.H., BARLOW, S.M. 2003. Impact of fish farming on fish stocks. Int. Aquafeed Dir., 24–29.

PIEDECAUSA, M.A., MAZON, M.J., GARCIA, B., HERNANDEZ, M.D. 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*), *Aquaculture*, 263: 211-219.

RICHARD, N., MOURENTE, G., KAUSHIK, S., CORRAZE, G. 2006. Replacement of a large portion of fish oil by vegetable oils does not affect lipogenesis, lipid transport and tissue lipid uptake in European seabass (*Dicentrarchus labrax L.), Aquaculture,* 261: 1077-1087.

ROSENLUND, G., OBACH, A., GISVOLD, M., STANDAL, H., TVEİT, K. 2000. Effect of alternative lipid sources on long term growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*). The ninth international symposium on nutrition and feeding in fish, May 21-25 2000. Miyazaki, Japan. (Abstract).

SARGENT, J.R., BELL, G., MCEVOY, L., TOCHER, D., ESTEVEZ, A. 1999. Recent developments in the Essential Fatty Acid Nutrition of Fish, *Aquaculture,* 177: 191-199.

SARGENT, J.R., TOCHER, D.R., & BELL, J.G. 2002. *The lipids*. In: Halver JE, Hardy RW (eds) Fish nutrition, 3rd edn. Academic, San Diego, USA, pp. 181–257.

SATOH, S., HUANG, S.S.Y., OO, A.N.,HİGGS, D.A., BRAUNER, C.J. 2007. Effect of dietary canola oil level on the growth performance and fatty acid composition of juvenile red sea bream (*Pagrus major)*. Aquaculture 271: 420-431.

SİMOPOULOS, A.P. 1999. Essential fatty acids in health and chronic disease. Am. J. Clin. Nutr. 70, 560S-569S.

SİMOPOULOS, A.P. 2000. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. Poult. Sci. 79, 961-970.

SİMOPOULOS, A.P. 2003. Omega-3 fatty acids and cancer. Indoor and Built Environment 12, 405-412.

SKALLİ, A., ROBİN, J.H. 2004. Requirement of n-3 long chain polyunsaturated fatty acids for European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles: growth and fatty acid composition. Aquaculture, 240, 399-415.

TACON, A. 1997. Feeding tomorrow's fish: keys of sustainability. Cah. Options Mediterr., 22: 11-34.

TACON, A. 2004. Use of fish meal and oil in aquaculture: a global perspective. Aquatic Resources, Culture and Development 1(1): 3-14.

TACON AGJ, HASAN MR, SUBASİNGHE RP. 2006. Use of fishery resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implications. FAO Fisheries Circular No. 1018.

TOCHER, D.R. 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. Reviews in Fisheries Science 11, 107-184.

TORSTENSEN, B.E., FROYLAND, L., LIE, O., 2004. Replacing dietary fish oil and olive oil with increasing levels of repeseed oil and olive oil. Effects on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) tissue and lipoprotein lipid composition and lipogenic enzyme activities. Aquaculture Nutrition 10: 175-192.

TUCKER, J.W., LELLIS, W.A., VERMEER, G.K., ROBERTS, D.E. and WOODWARD, P.N. 1997. The effects of experimental starter diets with different levels of soybean or menhaden oil on red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture 149: 323-339.

UÇAL, O., BENLİ, H.A. 1993. Levrek balığı ve Yetiştiriciliği. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri, Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bodrum, Seri A, Yayın No.9,72s.

WORM B, BARBİER EB, BEAUMONT N, DUFFY JE, FOLKE C, HALPERN BS. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. Science 3: 787–790.

YILDIZ, M. and ŞENER, E. 2004. Farklı Bitkisel Yağlar İlave Edilen Diyetlerin Levrek (*Dicentrarchus labrax L., 1758*) Yavrularında Büyüme Performansı ve Vücut Kompozisyonuna Etkileri. İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi. Dergisi 30: 75-88.

ZHOU, S.Y., ACKMAN, R.G., MORRİSON, C. 1995. Storage of lipids in the myosepta of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Fish Physiol. Biochem. 14, 171-178.

ÖZGEÇMİŞ

10/04/1982 yılında Adana'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimimi Adana'da tamamladı. 2003 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesinden 2007 yılında mezun oldu ve aynı yıl Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Anabilim dalında yüksek lisansa başladı. 2009 yılında Çukurova Üniversitesi Erasmus programını kazanarak Fransa'nın St.pee. Sur Nivelle eyaletinde IFREMER Enstitüsünde 'Balıklarda Moleküler Biyoloji ve Gen Görünümü' üzerine 3 aylık staj programını tamamladı. Halen Çukurova Üniversitesi Su ürünleri Ana Bilim Dalın'da yüksek lisansa devam etmektedir.