

**AÇ BIRAKILAN VE BESLENEN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI  
*ONCORHYNCHUS MYKISS*'İN  
(OSTEICHTHYES: SALMONIDAE)  
KAS DOKUSU YAĞ ASİT BİLEŞİMİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Jale Gülhan YILDIZ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI  
2010**

T.C.  
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AÇ BIRAKILAN VE BESLENEN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI  
*ONCORHYNCHUS MYKISS*'İN  
(OSTEICHTHYES: SALMONIDAE)  
KAS DOKUSU YAĞ ASİT BİLEŞİMİNİN  
BELİRLENMESİ

Jale Gülhan YILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN  
Prof. Dr. M. Ali AKPINAR

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE**

Bu çalışma, jürimiz tarafından, Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan	Prof. Dr. Mehmet Ali AKPINAR
Üye	Doç. Dr. Nursevin ÖZTOP
Üye	Yrd. Doç. Dr. Şeker DAĞ

**ONAY**

Yukarıdaki imzaların, adı geçen Öğretim Üyeleri'ne ait olduğunu onaylarım.

..../..../ 2010

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ**

Prof. Dr. Sezai ELAGÖZ

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 24 / 09 / 2008 tarihli ve 9 sayılı toplantısında kabul edilen C. Ü. Fen Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

## İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa No</u></b>
ÖZET	ii
SUMMARY	iv
TEŞEKKÜR	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE METOD	11
2.1. Materyal Seçimi	11
2.2. Örneklerin Diseke Edilmesi ve Özütleme	11
2.2.1. Total Lipid Eldesi	11
2.2.2. Total Yağ Asit Eldesi	12
2.2.3. Yağ Asitlerinin Metilleştirilmesi ve Gaz Kromatografik Analizleri	12
2.3. Verilerin Değerlendirilmesi	13
3. BULGULAR	14
3.1. Aç Bırakılan ve Beslenen <i>O.mykiss</i> 'in Kas Dokusu Total Doymuş ve Doymamış Yağ Asit Yüzdeleri	14
3.2. Aç Bırakılan ve Beslenen <i>O.mykiss</i> 'in Kas Dokusu Yağ Asiti Bileşimi	17
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	21
5. KAYNAKLAR	29
6. ÖZGEÇMİŞ	40

**ÖZET**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**AÇ BIRAKILAN VE BESLENEN GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI**  
***ONCORHYNCHUS MYIİSS'* IN**  
**(OSTEICHTHYES: SALMONIDAE)**  
**KAS DOKUSU YAĞ ASİT BİLEŞİMİNİN**  
**BELİRLENMESİ**

**Jale Gülhan YILDIZ**

**Cumhuriyet Üniversitesi**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Biyoloji Ana Bilim Dalı**

**Danışman**

**Prof. Dr. M. Ali AKPINAR**

Bu çalışmada aç bırakılan ve beslenen *Oncorhynchus mykiss*'in kas dokusu yağ asit bileşimleri araştırılmıştır. Yağ asit analizleri Gaz Kromatografisi (GC) ile yapılmıştır.

Aç bırakılan ve beslenen balıkların yağ asit bileşimleri kalitatif açıdan fark göstermemiştir ancak, kantitatif farklılıkların olduğu gözlenmiştir. Kas dokusunda en fazla bulunan yağ asitlerinin, palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), miristoleik asit (C14:1), oleik asit (C18:1  $\omega$ -9), linoleik asit (C18:2  $\omega$ -3), linolenik asit (C18:3  $\omega$ -3) ve dokosaheksaenoik asit (C22:6  $\omega$ -3) olduğu bulunmuştur. Tek çift bağlı doymamış yağ asitleri ve bazı çoklu doymamış yağ asitlerinin (C18:2  $\omega$ -6, C18:3  $\omega$ -3, C22:6  $\omega$ -3) açlık periyodunda azaldığı belirlenmiştir. Çalışma sonuçları, balıkların kas dokusu yağ asidi bileşiminin besine bağlı olarak değiştiğini göstermiştir.

İnsan sağlığı açısından çok önemli bir parametre olan  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 oranının beslenen balıkların kas dokusunda aç bırakılan balıklardan daha yüksek olduğu

belirlenmiştir. Bu durum göz önüne alındığında insanlar tarafından, dengeli ve düzenli beslenen balıkları tüketmenin daha sağlıklı olabileceği sonucu çıkarılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Oncorhynchus mykiss*, kas, yağ, yağ asitleri, beslenme, açlık.

**SUMMARY**  
**MSc THESIS**  
**DETERMINATIONS OF FATTY ACID COMPOSITION OF MUSCLE TISSUE**  
**STARVED AND FED *ONCORHYNCHUS MYKISS***

**Jale Gülhan YILDIZ**

**Cumhuriyet University**

**Graduate School of Natural and  
Applied Sciences  
Department of Biology**

**Supervisor**

**Prof. Dr. M. Ali AKPINAR**

**In this study the fatty acid compositions of muscle tissue of *Oncorhynchus mykiss*'s starved and fed were investigated. The fatty acid analyses were carried out by Gas Chromatography (GC).**

**No qualitative variation occurred in the fatty acid compositions of the fish which were fed and starved but there were quantitative differences between fish groups. The most abundant fatty acids in the muscle tissues were palmitic acid (C16:0), stearic acid (C18:0), miristoleic acid (14:1), oleic acid (C18:1  $\omega$ -9), linoleic acid (C18:2  $\omega$ -3), linolenic acid (C18:3  $\omega$ -3) and docosahexaenoic acid (C22:6  $\omega$ -3). It was found that the percentages of monounsaturated and some polyunsaturated fatty acids (C18:2  $\omega$ -6, C18:3  $\omega$ -3, C22:6  $\omega$ -3) were reduced in starved period. Results of this study show that fatty acid composition in muscle tissue of fish can considerably vary, depending on their diet.**

**It was observed that  $\omega$ -3/  $\omega$ -6 ratio which is a very important parameter in terms of human health was higher in muscles tissue of fed fishes than starved ones. Taking account this situation, it may concluded that it is healthier to consume the fed fishes by human.**

**Key Words: *Oncorhynchus mykiss*, muscle, lipid, fatty acids, starvation, feeding.**

## TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tez çalışmamda bilgilerimi ve yardımlarımı esirgemeyen, çalışmamın bütün aşamalarında her türlü öneriyi ve bilgiyi sunan, bilimsel yaklaşımları ile çalışmama ışık tutan çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Mehmet Ali AKPINAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan, bilgi, deneyim ve olanaklarını benden esirgemeyen Arş.Gör. Salih GÖRGÜN hocama teşekkür ederim.

Ayrıca her koşulda bana güven duyan, benim için maddi manevi desteklerini ve sevgilerini esirgemeyen güzel aileme, sonsuz teşekkürler.

## TABLÖLAR DİZİNİ

### Sayfa No

<b>Tablo 1.</b> Kas dokusu yağ asiti özütlenmesi için kullanılan <i>Oncorhynchus mykiss</i> 'in ortalama boy (cm) ve kütleleri (g)	15
<b>Tablo 2.</b> Aç bırakılan ve beslenen <i>O. mykiss</i> 'in kas dokusu total doymuş ve doymamış yağ asit %'leri dağılımı	16
<b>Tablo 3.</b> Aç Bırakılan ve beslenen <i>O. mykiss</i> 'in kas dokusu yağ asit bileşimi ve yüzdeleri	20

## KISALTMALAR

C12:0	Dodekanoik asit (laurik asit)
C14:0	Tetradekanoik asit (miristik asit)
C14:1	Tetradekenoik asit (miristoleik asit)
C15:0	Pentadekanoik asit
C16:0	Heksadekanoik asit (palmitik asit)
C16:1	Heksadekenoik asit (palmitoleik asit)
C18:0	Oktadekanoik asit (stearik asit)
C18:1	Oktadekenoik asit (oleik asit)
C18:2	Oktadekadienoik asit (linoleik asit)
C18:3	Oktadekatrienoik asit (linolenik asit)
C20:0	Eikosanoik asit (arakidik asit)
C20:1	Eikosenoik asit
C20:2	Eikosadienoik asit
C20:3	Eikosatrienoik asit
C20:4	Eikosatetraenoik asit
C21:0	Heneikosanoik asit
C22:0	Dokosanoik asit (behenik asit)
C22:1	Dokosaenoik asit
C22:2	Dokosadienoik asit
C22:4	Dokosatetraenoik asit
C22:5	Dokosapentaenoik asit
C22:6	Dokosaheksaenoik asit

DYA	Doymuş Yağ Asidi
TÇD <sub>m</sub> YA	Tek Çift Bağ İçeren Doymamış Yağ Asidi
ÇD <sub>m</sub> YA	Çoklu Doymamış Yağ Asidi
EPA	Eikosapentaenoik asit
DHA	Dokosahekzaenoik asit
LDL	Düşük Dansiteli Lipoprotein
HDL	Yüksek Dansiteli Lipoprotein
KOH	Potasyum Hidroksit
N <sub>2</sub>	Azot
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sülfürik Asit
BF <sub>3</sub>	Bor Triflorür
NaCl	Sodyum Klorür

## 1. GİRİŞ

İnsan beslenmesinde, önemli bir rol oynayan balık ve balık ürünlerinden yeterince yararlanabilmek için, bu besinlerin besin değerlerinin araştırılması gerekmektedir. Ayrıca besin kaynağı olarak kullanılacak ve kültürü yapılacak balıkların biyolojilerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Öte yandan balıkçılık endüstrisinin pratik problemlerini çözmek amacıyla yapılan istekler, insan beslenmesi ve sağlığı konusundaki değerler, özellikle son yıllarda balık biyokimyası ile ilgili bilgileri artırmıştır. Balık biyokimyası konusunda yapılan ve yapılacak olan araştırmalarla bu konudaki eksikler giderilmeye çalışılmaktadır. İnsan beslenmesinde bugün önemli yer alan balıkların, beslenmenin ötesinde sağlık yönünden de son derece etkili oldukları son zamanlarda yapılan araştırmalarla gün ışığına çıkarılmaktadır.

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılabilen alabalıklar, çok yüksek protein ve düşük lipit içeren balıklar grubuna girmektedir. Besinsel açıdan düşük enerji vermesi yanında, yüksek miktarda protein ve bu proteinlerin yapısında bulunan tüm temel aminoasitleri içermesi, dengeli bir beslenme aracı olduğunu kanıtlar. Beslenmede önemli bir faktör olduğu bilinen organik fosfor bileşikleri olan fosfolipidler yönünden zengin olması alabalığın besin değerini bir kat daha arttırmaktadır. Balık etinin lezzetli olması ve özellikle kalp damar hastalıklarında önemli farmakolojik etkilere sahip olması, bileşimindeki lipitlerden ve yağ asitlerinden kaynaklanmaktadır (Forss, 1969; Kinsella, 1987). Balıklarda bulunan yağın, serum kolesterol seviyesini ve arteriyosklerozis (atardamar duvarlarının iç kısmında yaygın olan yağ plaklarının oluşması ile belirgin damar sertleşmesi) riskini düşürmede önemli bir etken olabileceği savunulmaktadır (Carroll, 1986).

Balık yağları, çoklu doymamış yağ asitlerini yüksek oranda bulundurmaları nedeniyle, serum trigliserid ve serum kolesterol seviyelerini düşürmede oldukça etkilidir (Lee ve ark., 1984; Kinsella, 1987). Ayrıca, kanın pıhtılaşmasını önleyici etkiye sahiptir. Balık lipitlerindeki çoklu doymamış yağ asitleri, bu önleyici etkilerinden dolayı, kalp krizinin başlıca sebebi olan thrombosiz riskini azaltır (Bunting ve ark., 1983; Dyerberg, 1986).

Ontogenetik gelişim süreci esnasında, proteinler-aminoasitler, lipitler-yağ asitleri ve karbonhidratlar farklı balık türleri tarafından farklı ve seçici bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin alabalık embriyoları enerji gereksinimlerini karşılamak için protein, karbonhidrat ve lipitleri kullanırken, turbot (*Scophthalmus maximus*) embriyoları seçkin olarak protein ve karbonhidratları katabolize etmektedir (Abi-Ayad ve ark., 2000; Zengin ve Akpınar, 2006).

Besin maddeleri arasında lipitler ve yağ asitleri balıklar için temel bir enerji kaynağıdır. Bununla birlikte, çoklu doymamış yağ asitleri organogenesis esnasında yapısal bir bileşen olarak görev yapmaktadırlar ve aynı zamanda prostaglandinler ve diğer eikosanoidler gibi fizyolojik olarak aktif moleküllerin öncüleri olarak düşünülmektedirler (Sargent,1995; Van den Thillart ve ark., 2002).

Besinsel lipitler, hem esansiyel yağ asitlerinin hem de enerjinin sağlanması için balıkta önemli rol oynar. Besinsel lipitler yağda çözünebilir vitaminlerin de taşıyıcıları olup, hücre membranlarının önemli yapısal bileşenleri olan polar lipit ve steroller gibi diğer bileşikler de kapsarlar. Bununla birlikte, esansiyel yağ asitleri, gelişim, onarım ve birçok fizyolojik sürecin uygun fonksiyon yapması için gerekli olan ve hayvanlar tarafından yetersiz miktarlarda sentezlenen veya biyo-sentezlenemeyen yağ asitleridir. Balık lipitlerindeki  $\omega$ -3 veya  $\omega$ -6 formu esansiyel yağ asitleri ise nihai olarak sucul bitkilerde oluşturulanlardan köken alır (Lee, 2001).

Balık etleri özellikle de yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) etleri yüksek oranda doymamış yağ asitlerini içermektedir. Bu yüksek oranlar büyük ölçüde balıkların beslenme özellikleri ile ilgilidir. Balık etinin kalitesini belirleyen esas bileşenler proteinler ve lipitlerdir. Balık etinin lezzetli olması ayrıca kalp ve damar hastalıklarında, beyin, sinir sisteminde ve kansere karşı önemli farmakolojik etkileri yapılarındaki lipit ve doymamış yağ asitlerinden kaynaklanmaktadır (Yeşilayer ve ark., 2008).

Balık lipitlerinin en önemli özelliği, çoklu doymamış yağ asitlerini içermesidir. Besin zincirinin ilk halkasında yer alan fitoplanktonlar ve deniz yosunlarından orjin alan bu yağ asitleri 5 ve 6 çift bağ içerirler. Bu yağ asitlerinden C18:3, C20:3, C22:6 ve C24:6 gibi yağ asitleri  $\omega$ -3 yağ asitleri özelliğindedirler (Gunstone ve ark., 1986; Kinsella, 1987). Balık lipitlerinde bulunan uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri, total yağ asitlerinin %25-33' ünü kapsamaktadırlar.

Balık doymamış yağ asitlerinin üç önemli özelliği vardır. Bunlardan birincisi; uzun hidrokarbon zincirine sahip olmaları, ikincisi; çok sayıda çift bağ içermeleri ve üçüncüsü ise;  $\omega$ -6 olarak bilinen doymamış yağ asitleri formu yerine  $\omega$ -3 formunu daha çok içermeleridir. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, balık yağlarında bulunan  $\omega$ -3 formu doymamış yağ asitlerinin insanda, kandaki aşırı yağlanmayı önlemede, bitkisel yağlardan daha fazla etkili olduğunu, karaciğerde yağ asidi sentezi ve lipoprotein oluşumunu etkili bir şekilde önlediğini, lipoprotein yıkımını arttırdığını, kalp krizinin başlıca sebebi olan thrombosiz riskini azalttığını ve serum kolesterol seviyesini düşürmede etkili olduğunu göstermiştir (Dyerberg, 1982; 1986; Bunting ve ark., 1983; Lands, 1985; Carroll, 1986; Halkerston, 1988; Watson ve ark., 1990).

Balıklarda toplam lipit ve yağ asidi bileşimi; türlere, eşeye, mevsimlere, balığın yaşına, suyun sıcaklığına ve kirlilik durumuna, özellikle de beslenme ortamına ve besinlere göre değişiklik göstermektedir. Balık etindeki yağların kaynağı vücuda besinlerle alınan yağlar, karbonhidratlar ve proteinlerdir. Vücuda alınan bu besin maddelerinin ihtiyaç fazlası organ ve dokularda yağ şeklinde depo edilmekte, bu durum ise balık etinin yağ asiti düzeylerini etkilemektedir (Kiessling ve ark., 2001, Rodriguez ve ark., 2004).

Çevresel faktörlerin, balıkların lipit içeriğini ve yağ asidi bileşimini önemli derecede etkilediği bilinmektedir. Yapılan araştırmalardan balıkların değişen sıcaklık ve ortamdaki besin durumuna göre yağ asit metabolizmalarını düzenleyebildikleri anlaşılmaktadır. Bu açıdan, balıkların kimyasal bileşimlerini etkileyen besin, sıcaklık, tuzluluk, su ortamının derinlik durumu ve açlık gibi çevresel faktörler birçok araştırmaya konu olmuştur (Reiser ve ark., 1963; Henderson ve Sargent, 1981; Sellner ve Hazel, 1982; Hansen ve Abraham, 1983; Akpınar ve Aksoylar, 1988; Kiessling ve ark., 1990).

Yağlar, insanlar için gerekli olan en önemli unsurlardan bir tanesidir. Bunlar sadece yüksek enerji kaynağı olmayıp aynı zamanda yağda çözünen vitaminleri bulundurmaları, proteinlerle birleşerek lipoproteinleri oluşturmaları ve kan lipit düzeylerinde rol oynamaları bakımından oldukça önemlidirler (Yücecan ve Baykan, 1981).

Ayrıca, enerji kaynağı olarak karbonhidratları sınırlı kullanma yeteneğine sahip olan gökkuşaklı balığı, tatlısu yılan balığı, sarı kuyruk (seriola sp.) ve pisi gibi karnivor balıklarda, besinsel lipitler ve proteinler bu açıdan önemli rol oynamaktadırlar (Watanabe, 1982).

Balık yağlarının yağ asidi kompozisyonu üzerinde ilk çalışmalar 1952 yılında başlamıştır. Daha sonraki yıllarda yapılan araştırmalar, balık yağlarının yapısının daha iyi anlaşılmasını sağlamış, son yıllarda yapılan araştırmalarla balık yağlarının insan sağlığı üzerine olan olumlu etkileri belirlenmiş ve balık lipitlerine olan ilgiyi artırmıştır (Lee ve ark., 1985; Sargent, 1995; Van den Thillart ve ark., 2002).

Doymuş yağ asitleri oda sıcaklığında katı halde buldukları için vücutta birikebilirler. Çoklu doymamış yağ asitleri ise oda sıcaklığında sıvı haldedirler ve aynı zamanda insan hayatının devamlılığı için de çok önemlidirler. Bundan dolayı temel yağ asitleri olarak adlandırılarak  $\omega$ -6,  $\omega$ -3 yağ asitleri olmak üzere iki gruba ayrılırlar.  $\omega$ -6'ların ana kaynağı yüksek oranda linoleik asit içeren mısır ve soya fasulyesi yağıdır.  $\omega$ -3 ise keten tohumu, ceviz ve özellikle planktonlar ile yağlı balıklarda bol miktarda bulunur, keten tohumu ve cevizde alfa-linolenik asit, balık yağlarında ise Eikosapentaenoik asit (EPA) ve Dekosahekzaenoik asit (DHA) en önemli yağ asitleridir. EPA ve DHA'nın mutlaka dışardan alınması gerekir. Çünkü vücut tarafından sentezlenemedikleri için elzem yağ asitleri olarak adlandırılırlar (Stoll, 1999).

Besinde, gelişimi ve büyümeyi olumlu yönde etkileyecek temel ve doymamış yağ asitleri mutlaka bulunmalıdır. Diğer canlılarda olduğu gibi vitaminlerin ve mineral maddelerin balıklar tarafından besin yoluyla alınması, onların metabolizmasını, gelişme ve büyümesini düzenler (Çelikkale, 1988)

Alabalıklarla yapılan kültür çalışmalarından elde edilen sonuçlar, alabalıklar gibi soğuk sularda yaşayan balıkların, temel yağ asitlerine daha fazla gereksinim duyduklarını göstermektedir (Castell, 1978; Watanabe, 1982).

Temel yağ asitleri besinde bulunmadığında balıkların diğer uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerini sentezleyemedikleri, yapılan araştırmalarda belirlenmiştir (Kanazawa ve ark., 1980; Takeuchi ve Watanabe, 1980). Temel yağ asitleri eksik besinlerle beslendiğinde büyümenin yavaşladığı, yüksek ölüm, şişkin

ve solgun karaciğer, eksik pigmentasyon ve gonad gelişiminin azaldığı saptanmıştır (Yu ve Sinnhuber, 1979; Takeuchi ve ark., 1979; 1980).

Besinin lipit içeriği, balıkların yağ asit bileşimlerini direkt olarak etkilemektedir. Yapılan beslenme denemeleriyle, besinsel yağ asitlerinin, balıkların yağ asidi bileşimine doğrudan yansıdığı ve besinde bulunan temel yağ asitlerinin balık dokularında direkt olarak depolandığı saptanmıştır (Farkas ve ark., 1978; Viola ve Amidan, 1978; Akpınar ve Aksoylar, 1988).

Bütün teleost balıklar belirli bir adipöz dokuya sahip değildirler. Bir kısım balıklar genelde karaciğerlerinde nötral yağlar depolarken, bir kısmı da lipitce zengin olan kaslara sahiptirler (Neuhaus ve Halver, 1969; Cowey ve Sargent, 1972). Bununla beraber, salmonid'lerin farklı türleri ayrı ayrı intestinal mezenterik bir yağ deposuna sahiptirler. Vücut ağırlığında meydana gelen bir artma, besinle sağlanan lipit miktarı ile doğrudan doğruya bağlantılıdır (Castledine ve Buckley, 1980). Salmonidlerde mezenterik adipöz dokunun ağırlığı, besinsel lipidin artması ile arttığı araştırmacılar tarafından da saptanmıştır (Lin ve ark., 1977; Takeuchi ve ark., 1978).

Ackman (1967), bazı tatlısu ve deniz balıklarının lipitlerinin yağ asidi bileşimini karşılaştırıp, tatlısu balıklarında C16 yağ asitlerinin deniz balıklarından daha yüksek durumda olduğunu, palmitik asidin (C16:0) hem tatlı su hem de deniz balıklarında toplam doymuş yağ asitlerinin yaklaşık % 60'ını içerdiğini, tüm di- ve tetraenoik asitlerin miktarının tatlısu balıklarında deniz balıklarındaki miktarın yaklaşık 2 katı, trienoik asitlerin ise 3-4 katı olduğunu, buna karşılık deniz balıklarında C20:5 ve dokosahekzanoik (C22:6) yağ asitleri miktarının daha yüksek olduğunu saptamıştır.

Balıkların lipit içeriğindeki değişimler besinin yanı sıra, su sıcaklığında meydana gelen mevsimsel değişimlere de bağlıdır (Farkas ve Csengeri, 1976; Vlaming ve ark., 1978). Fizyolojik adaptasyon, lipit metabolizması ile bağlantılıdır ve hücre membranındaki değişiklikler, lipit kısımlarındaki değişiklikler ile başarılı. Poikloterm canlıların sabit vücut sıcaklığına adapte olabilmeleri, membran lipit içeriğindeki yağ asitlerinin doymamışlık derecesine bağlıdır. Balıklar, uzun zincirli doymamış yağ asitlerini biriktirerek soğuğa uyum sağlarlar. Bu konuda yapılan araştırmalarla, balıkların uzun süre soğukta bırakılmaları halinde bunların

fosfolipitlerindeki uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin arttığı saptanmıştır (Hazel ve Prosser, 1974; Farkas ve Csengeri, 1976; Miller ve ark., 1976; Cossins ve ark., 1978).

Sıcaklığın da, balıkların beslenme, büyüme ve üreme gibi olayları üzerine önemli etkileri bulunmaktadır. Ancak poikloterm olmaları nedeniyle balıklar, belirli su sıcaklığında yaşamayı tercih ederler. Bunun yanında çok sıcak sularda da bazı balık türlerinin yaşadığı bilinmektedir. 35 °C'ta doğal olarak yaşama yeteneğine sahip olan *Gara rufa*'nın kas dokusu yağ asit bileşimine sıcaklığın, besinsel yağ asitlerinin ve açlığın etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada 35 °C sıcaklıkta 20 ve 22 karbonlu yağ asitlerinin arttığı gözlenmiştir (Akpınar ve Aksoylar, 1988). Sivas Kangal Balıklı Kaplıcası'nda 35 °C'ta yaşayan bir diğer balık türü olan *Cyprinion macrostomus* bireyleri, doğal yaşama ortam sıcaklığı olan 35 °C'ta ve adapte oldukları sıcaklıktan daha düşük olan 24 °C'ta beslenip aç bırakılarak sıcaklığın kas dokusu yağ asit bileşimine etkisi araştırılmıştır. 35 °C sıcaklıkta beslenen ve aç bırakılan balıkların yağ asit bileşiminde kalitatif olarak bir değişiklik gözlenmemesine rağmen, 24 °C'ta beslenen ve aç bırakılan balıklarda ise besinde bulunmayan C22:5 ω-3 ve C22:6 ω-3'ün sentezlenebildiği, C18:2 ω-6 yüzdesinin çok azaldığı saptanmış olup, 35 ve 24 °C sıcaklıkta beslenen ve aç bırakılan balıklarda en fazla değişime uğrayan yağ asitlerinin uzun zincirli ÇD<sub>m</sub>YA'lerinin olduğu sonucuna varılmıştır (Akpınar,1999).

Uzun süreli aç bırakılan balıklarda çoklu doymamış yağ asitlerinin önemli ölçüde azaldıkları yapılan araştırmalarla saptanmıştır (Akpınar, 1988; Kiessling ve ark., 1990). Kısa süreli açlık periyotlarında ise bu yağ asitlerinin yüzdelerinde belirgin bir değişim görülmez. Yapılan araştırmalarda açlığın, balıkların yağ asidi bileşimine etkisinde aç bırakılma süresinin rol oynadığını belirtilmektedir. Kısa süreli açlık periyotlarında (5-7 gün) önemli bir değişimin meydana gelmediği ve bu sürede uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin (20 ve 22 karbonlu) pek kullanılmadığı tespit edilmiştir. Açlık süresinin uzatılması durumunda (7. günden itibaren) yağ asitlerinin yüzdelerinde azalma olduğu belirtilmiştir (Hayashi ve Takagi, 1977; Akpınar ve Aksoylar, 1988).

Linoleik asit (C18:2), α-linolenik asit (C18:3) ve bunların uzun zincirli türevleri, hayvan ve bitki hücre membranlarının önemli bileşenleridir (Simopoulos,

1999). C18:2  $\omega$ -6 formu ve C18:3  $\omega$ -3 formu, bir  $\text{ÇD}_m\text{YA}$ 'dir. Her iki temel yağ asidi,  $\omega$ -6 ve  $\omega$ -3 formu  $\text{ÇD}_m\text{YA}$  ailelerini meydana getiren hayvan hücrelerinde daha fazla uzatılıp, doyurulabilir. Her iki yolun aynı enzim setlerini kullanması nedeniyle  $\omega$ -6 ve  $\omega$ -3 formu yağ asitlerinin metabolizması yarışlıdır.  $\omega$ -6 yolunun temel son ürünü arakidonik asittir (C20:4  $\omega$ -6). Bu yol miktarsal olarak, insanlardaki  $\text{ÇD}_m\text{YA}$  metabolizmasının en önemli yoludur. Çünkü sebze yağlarında ve sebze yağı esaslı ürünlerde boldur ve bundan dolayı yeşil yapraklı sebzelerde ve bazı tohum ve sebze yağlarında mevcut olan C18:3  $\omega$ -3'ten daha büyük miktarlarda tüketilirler.  $\omega$ -3 yolunun temel son ürünleri EPA (C20:5  $\omega$ -3) ve DHA (C22:6  $\omega$ -3) tir (Yaqoop, 2004). Bitkiler, 3 çift bağ ve 18 karbon atomuna sahip bir  $\omega$ -3 formu yağ asidi olan C18:3'ün farklı miktarlarını içermesine rağmen, bitkisel yiyecekler ve sebze yağları C22:5  $\omega$ -3 ve C22:6  $\omega$ -3'den yoksundurlar (Holub ve Holub, 2004).

Kardiyovasküler hastalıklar, batı dünyasındaki ölümlerin büyük kısmını oluşturur. Genelde besinsel çalışmalar, üç temel yağ asidi sınıfı olan doymuş yağ asidi (DYA),  $\text{ÇD}_m\text{YA}$  ve tek çift bağ içeren doymamış yağ asidi (T $\text{ÇD}_m\text{YA}$ ) açısından, yağın alınımını ve etkisini incelemeye yönelmiştir. DYA ile ilgili olarak, laurik (C12:0), miristik (C14:0) ve palmitik (C16:0) asitin, düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL)-kolesterol seviyelerini artırdığı yönünde bilimsel fikir birliği vardır. Stearik asit (C18:0) nötral veya hafif bir şekilde LDL- kolesterol üzerine düşürücü etkiye sahiptir. Ek olarak, elaidik asidin trans izomeri (C18:1 *t*9) LDL- kolesterol seviyesini yükseltip, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL)- kolesterol seviyelerini düşürürken, oleik asit (C18:1) gibi T $\text{ÇD}_m\text{YA}$ , LDL-kolesterolü düşürür ve HDL- kolesterol üzerine nötral bir etkiye sahiptir (Cantwell, 2000).

$\alpha$ -Linolenik asit ve linoleik asit açısından zengin bitkisel yağlar ve C22:5  $\omega$ -3 açısından zengin olan balık yağlarıyla yapılan beslenme denemeleri,  $\omega$ -3 formu yağ asitlerinin  $\omega$ -6 formlarına göre sağlık açısından daha etkin olduğunu, özellikle balık yağlarının bu konuda daha etkin olduğunu göstermiştir (Simopoulos, 1999; Holub ve Holub, 2004).  $\alpha$ -Linolenik asit desteği sonrasında plazma ve trombosit fosfolipitlerindeki uzun zincirli  $\omega$ -3 formu  $\text{ÇD}_m\text{YA}$ 'lerinde bir artış ve trombosit kümeleşmesinde bir düşüş var olduğu da gözlenmiştir (Simopoulos, 1999).

Rasmussen ve ark. (2000) *O. mykiss* üzerinde yaptıkları bir çalışmada, balıkları yüksek lipit/düşük protein içerikli ve yüksek protein/düşük lipit içerikli besinler ile beslemişlerdir. Besin lipit içeriğinin, gelişimi etkilemediğini fakat besin dönüşüm oranını düşürdüğünü belirlemişlerdir. Yüksek proteinle beslenen balıklarla, karşılaştırıldığında yüksek lipitle beslenen balıkların daha yüksek bir net protein kullanımına sahip oldukları belirlenmiş ve protein alınımının yükselmesi ile protein kullanımının düştüğü saptanmıştır.

Fajmanova ve ark. (2003) *Cyprinus carpio* filetoları üzerinde yaptıkları çalışmalarda, balığın yağ asit kompozisyonunun geniş ölçüde besininkini yansıttığını ve belirli yağ asitleri yüzdesinin canlı ağırlıktaki değişimle etkilenebildiğini bildirmişlerdir.

Balıkların temel asit gereksinimleri balık hacmi kadar su sıcaklığı ve/veya tuzluluk ile etkilenir ve türler arasında değişiklik gösterdiği bulunmuştur. Gökkuşuğu alabalığı C18:2  $\omega$ -6'dan ziyade C18:3  $\omega$ -3'e, sazan ve Japon yılan balığı C18:3  $\omega$ -3 ve C18:2  $\omega$ -6'nın bir karışımına, *tilapia* ise sadece C18:2  $\omega$ -6'ya gereksinim duyar (Lee, 2001).

Haliloğlu ve ark. (2002) aynı koşullar altında yetiştirilen *O. mykiss*, *Salmo trutta fario* ve *Salvelinus alpinus* olmak üzere üç farklı alabalık türünün kas dokusu yağ asit kompozisyonlarını araştırmışlardır. Toplam DYA'leri içerisinde palmitik asit (C16:0), TÇD<sub>m</sub>YA içerisinde ise oleik asidin (C18:1  $\omega$ -9) en çok bulunan yağ asidi olduğu ve türler arası farkın önemli olduğu görülmüştür. DYA'leri bakımından türler arasında önemli farklılıkların var olduğu gözlenmekle birlikte, *O. mykiss* en yüksek değere, *S. trutta fario*'un ise en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. TÇD<sub>m</sub>YA içerisinde ise, *S. trutta fario* en yüksek değerdeyken, *O. mykiss*'in en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Türler arasında ÇD<sub>m</sub>YA'leri bakımından önemli farklılık görülmezken,  $\omega$ -3 formu ÇD<sub>m</sub>YA açısından en zengin olan türün *O. mykiss* olduğu,  $\omega$ -6 formu ÇD<sub>m</sub>YA bakımından ise, *S. trutta fario*'un olduğu gözlenmiştir. *O. mykiss*'in gerek C22:6  $\omega$ -3 gerekse C22:5  $\omega$ -3 açısından en zengin tür olduğu ve bu açıdan çok önemli olduğu bildirilmiştir.

Akıntılı sularda yaşayan balık türlerinde, su akıntısına, dolayısıyla balığın hareket aktivitesine bağlı olarak şekillenen çizgili kas dokusunun düz kaslara oranla daha fazla lipit içerdiği rapor edilmiştir. Bu nedenle, *O. mykiss* 'in insan sağlığı

açısından çok önemli olan  $\omega$ -3 yağ asitleri üzerine su akıntısının etkisi değerlendirilmiştir. Buna göre, hareketli ve hareketsiz oluşturulan balık gruplarının kas dokusu yağ asit kompozisyonu çalışmaları, hareketli grupların fletolarında C18:3  $\omega$ -3, C18:4  $\omega$ -3, C20:4  $\omega$ -3, C20:5  $\omega$ -3 yağ asitlerinin istatistiksel olarak daha fazla, C22:6  $\omega$ -3'ü ise daha az bulunmuştur. Buna karşın iki grubun toplam  $\omega$  -3 formu yağ asitleri ortalamaları karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel bir farkın olmadığı gözlenmiştir (Çelik, 2000).

*O. mykiss* 'in yağ asit kompozisyonunda meydana gelen değişimler, gelişim safhasında araştırılmıştır. Yumurtadan itibaren izlenen bütün gelişim safhalarında, yağ asit bileşiminde kalitatif olarak bir değişiklik belirlenememiştir. Ancak C18:0, C18:1, C20:5, C22:6 yağ asitlerinde kantitatif olarak önemli değişimlerin olduğu saptanmıştır (Zengin ve ark., 2003). *O. mykiss* ' in erken gelişim safhalarıyla ilgili bir diğer çalışmada, enerji kaynağı olarak C14:0, C16:1  $\omega$ -7 ve C18:1  $\omega$ -9 gibi doymuş ve tek çift bağ içeren doymamış yağ asitlerinin fazla miktarda kullanıldıkları belirlenmiştir. Erken gelişme süresince C18:3  $\omega$ -6, C18:4  $\omega$ -3, C20:2  $\omega$ -6 ve C22:5  $\omega$ -3 yağ asitlerinin miktarlarının önemli derecede azaldığı bildirilmiştir. Gelişme esnasında  $\omega$ -6 formu  $\text{ÇD}_m\text{YA}$  miktarı %4 oranında düşerken, en yüksek azalmanın yaklaşık %10.4'lük bir düşüşle  $\text{TÇD}_m\text{YA}$ 'lerinde olduğu belirlenmiştir (Haliloğlu ve ark., 2003).

Ülkemizde gerek deniz gerekse iç sular açısından oldukça büyük bir potansiyele sahip olduğu açık ve gerçektir. Buna rağmen ülkemiz sularında yaşayan balık türlerinin ekolojik adaptasyon ve gereksinimleri yıllardan beri iyi çalışıla gelmesine karşın, biyokimyasal parametreleri son yıllarda çeşitli araştırmacılar (Akpınar, 1986; 1987; Akpınar ve Aksoylar, 1988; Akpınar, 1999; Konar ve ark., 1999; Dörücü, 2000; Kara ve Çelik, 2000; Metin ve Akpınar, 2000; Haliloğlu ve ark., 2002; 2003; Zengin ve ark., 2003 gibi ) tarafından yapılan çalışmalar ile aydınlatılmaya çalışılmıştır.

Ülkemizin ekonomik değeri olan ve yetiştiriciler tarafından kültürü yapılan *O. mykiss*, önemli oranda tüketilmektedir. Ancak, yetiştiricilik yapan şahıslar bilimsel tekniklere önem vermediklerinden, ekonomik açıdan birtakım sıkıntılara girmektedir. Besinde bulunan bileşenlerin balıkların dokularına ne şekilde yansıdığına bilinmesinde yarar vardır. Bu konuda elde edilen ve elde edilecek

bilgiler, tüketimi yapılacak balıkların hangi periyotta tüketilmelerinin faydalı olacağını veya balığın biyolojisi açısından (örneğin yağ asitleri yönünden) insan beslenmesinde daha yararlı olacağını saptamamıza olanak verecektir.

Ayrıca, Sivas ili, içsu potansiyeli açısından zengin illerimizden biri olup, il sınırları içerisinde çok sayıda akarsu, doğal göl, baraj gölü ve göletler bulunmaktadır. Bu içsu kaynaklarının bazılarında son zamanlarda balık yetiştiriciliği konusunda tesisler kurulmuş ve kurulmaktadır. Bu tesislerin bazıları da Gürün (Sivas)'de bulunmaktadır. Bu tesislerde Salmonidae familyasından *Oncorhynchus mykiss*'in üretimi yapılmaktadır.

Böyle bir çalışmanın, yetiştiricilik yapan kuruluşlar açısından da önemli olacağı kanısındayız. Bu sebeple çalışmamızda, ticari yemle düzenli beslenen ve aç bırakılan *Oncorhynchus mykiss*'in kas dokusu yağ asit bileşimini araştırmayı ve besinsel yağ asitlerinin kas dokusuna nasıl yansıdığını göstermeyi amaçladık.

## **2. MATERYAL VE METOT**

### **2.1. Materyal seçimi**

Araştırmada kullanılacak örnekler Sivas ili Gürün ilçesinde bulunan alabalık üretim tesislerinden sağlanmıştır. Eşeyssel olgunluğa erişmiş balıklardan (1 yaşını tamamlamış erkek, dişi karışık), 60x80x80 cm ebatlarındaki iki havuza 20'şer balık bırakılmıştır. İki havuzdan birindeki balıklar 28 gün aç bırakılmış, diğerindekiler ise 28 gün boyunca ticari yemle beslenmiştir. Tesisteki ana havuzdan alınan balıklardan 3 örnek denemelere başlanmadan diseke edilerek kontrol grubu olarak kabul edilmiştir. Kontrol grubu balıkları işletmeci tarafından rasgele zamanlarda günde bir öğün beslenen balıklardır. Araştırmada kullanılan balıkların ortalama boy ve kütleleri Tablo 1 de gösterilmiştir.

28 gün aç bırakılan ve beslenen balıklardan 14. günde ve 28. günde 3'er örnek alınarak denemeler için analiz edilmiştir. Balıkların yaşadıkları ortamın sıcaklık, oksijen miktarı ve pH'sı ölçülerek ortalama değerler elde edilmiştir (oksijen  $8.06 \pm 0.18 \text{ mgL}^{-1}$ , pH  $8.6 \pm 0.04$  ve sıcaklık  $12.0 \pm 0.22 \text{ }^\circ\text{C}$  olarak belirlenmiştir).

28 gün beslenen balıkların beslenmesinde kullanılan ticari yemin % 11.50 total lipit ve % 10.00 oranında total yağ asiti içerdiği belirlenmiştir. Ticari yem peletlerin 4 mm boyutunda olanları kullanılmıştır. Beslenen balıklar için balık başına günlük yem miktarı (2 öğün olmak üzere, sabah ve öğleden sonra) balığın ortalama canlı vücut kütlesi dikkate alınarak %2 olarak (balık başına günlük 3 g olacak şekilde) hesaplanmıştır (Çelikkale, 1988). Araştırma süresinde 14. günde havuzlardan özütleme için alınan balık sayısı dikkate alınarak, günlük yem miktarı orantılı olarak azaltılarak ayarlanmıştır.

### **2.2. Örneklerin Diseke Edilmesi ve Özütlenmesi**

#### **2.2.1. Total Lipid Eldesi**

Araştırma periyotlarında özütleme için alınan balıkların kütleleri (g) tartılmış ve boyları (cm) ölçülmüştür. Kas dokusu örnekleri, dorsal yüzgeç ile yan çizgi arasındaki bölgeden deri yüzüldükten sonra 1 g olarak alınıp kloroform/metanol çözeltisine konmuştur. Bu örnekler, 10-20 kat

kloroform/metanol (2/1v) çözeltisiyle Ultra-Turrax T25 homojenizatörde 20.000-24.000 devir/dak. 5 dakika süre ile homojenize edilmiştir. Elde edilen ham özüt, Buchner hunisinde iki kat mavi bantlı süzme kağıdı ile vakum motoruyla sağlanan hafif vakumla süzölmüştür. Süzöntü, Büchi marka Rotary Evaporatör sayesinde hafif vakumda buharlaştırılarak, kalan kısım 10-15 mL hekzan ile ayırma hunisine alınmıştır. Bu hekzanlı faz 3- 4 kez distile su ile yıkanmıştır.

Hekzanlı faz, solventin uçurulması için evapore edilerek geri kalan kısım total lipit olarak değerlendirilmiştir (Folch ve ark., 1957).

### **2.2.2. Total Yağ Asit Eldesi**

Kas dokusundan elde edilen total lipit 10 kat % 5 lik metanollü sodyum hidroksit (NaOH, %50 metanollü) ile su banyosunda 80-85°C de 60 dakika sabunlaştırılmıştır. N<sub>2</sub> altında metanolün tamamı uçurulduktan sonra bir miktar distile su ile örnek, ayırma hunisine aktarılmıştır. Elde edilen fajın pH'sı 1 olana kadar 1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilmiştir. Asitlendirilmiş bu örnekler, 3 kez 5'er mL hekzan/kloroform (4/1) karışımı ile yıkanıp, hekzan/kloroform'lu örnekler bir balonda biriktirilmiştir. Bu şekilde toplanan hekzan/kloroform karışımı evapore edilerek kalan kısım total yağ asiti olarak değerlendirilmiştir (Blight ve Dyer, 1959).

### **2.2.3. Yağ Asitlerinin Metilleştirilmesi ve Gaz Kromatografik Analizleri**

Özütlenen lipitlerden elde edilen total yağ asitleri, Moss ve ark., (1979) 'nın geliştirdikleri yöntem kullanılarak yağ asitleri metil esterlerine dönüştürölmüştür.

Yağ asitleri metil esterlerinin elde edilmesinde Bor trifluorür metanol (BF<sub>3</sub> – metanol ) kullanılmıştır. Her örnek üzerine 3- 4 mL BF<sub>3</sub> ilave edilerek 80 °C de 30 dakika bekletilerek metilleşmesi sağlanmıştır. Örnek soğutulduktan sonra ayırma hunisine aktarılıp üzerine 7 - 8 mL doymuş NaCl (Sodyum klorür) ve 7 - 8 mL hekzan/kloroform (4/1) karışımı ilave edilerek çalkalanmıştır. Oluşan posalı kısım atılarak, geri kalan yağ asitleri metil esterleri hekzan/kloroform'lu fazı kapaklı tüplere alınmıştır. Hekzan/kloroform karışımının fazlası azot akımında uçularak, örnekler Gaz Kromatografisi'ne verilecek yoğunluğa getirilip derin dondurucuda bekletilmiştir.

Yağ asitleri metil esterleri Unicam-610 marka gaz kromatografisinde analizlenmiştir. Analizlerde %70 Biscyanopropyl Polysilphenylene Silaxana (BPX - 70) ile dondurulmuş (15m x 0.32mm) kapiller kolon kullanılmıştır. Kolon sıcaklığı 185 °C 'ye, alev iyonlaştırıcı dedektör (FID) ve enjektör bloğu sıcaklığı ise 200 °C 'ye ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak azot gazı (2.5 mL/dk.) kullanılmış ve her defasında 1 µl örnek enjekte edilmiştir. Yağ asitleri metil esterlerinin kalitatif tayinlerinde yağ asit metil esterleri standartları kullanılmıştır. Kantitatif değerler ise Unicam- 4815 integratörüyle yüzde olarak tespit edilmiştir.

### **3. Verilerin Değerlendirilmesi**

*Oncorhynchus mykiss*'in beslenen ve aç bırakılan bireylerinden alınan kas dokusu örnekleri ve bu örneklerin analizlenmesi 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Elde edilen yağ asit yüzdeleri varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Ortalamalar arası farkın önem kontrolü Tukey testi ile yapılmıştır. Ortalamalar arası farklar 0.05 olasılık seviyesinde F değerinden büyük olduğu zaman önemli kabul edilmiştir.

### 3. BULGULAR

Bu çalışmada kullanılan *O. mykiss*'lerin ortalama boy ve kütleleri Tablo 1 de verilmiştir. Örneklerin seçiminde, eşey farkı gözetilmeden birbirine yakın boy ve kütlede olmalarına özen gösterilmiştir. 1 yaşını tamamlamış olan balıklar analizlendiği için boy ve kütlelerde gözlenen farklılıklar dikkate alınmamıştır.

#### 3.1. Aç Bırakılan ve Beslenen *O.mykiss*'in Kas Dokusu Total Doymuş ve Doymamış Yağ Asitleri Yüzdeleri

Balıkların kas dokusu, dorsal yüzgeç ile yan çizgi arasında kalan kısımdan 1 g olacak şekilde alınarak, total yağ asiti özütlemesinde kullanılmıştır. Özütlenen dokudaki total doymuş, tek çift bağlı doymamış,  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 formu çoklu doymamış yağ asitleri ile  $\omega$ -3/  $\omega$ -6 yağ asitleri oranı Tablo 2 de özetlenmiştir.

Aç bırakılan 14. ve 28. gün balıklarda total doymuş yağ asitleri (TDYA) yüksek yüzdede iken aynı günlerde beslenen balıklardaki yüzdeler, kontrol grubu ve besindeki değer ile aynı seviyede kaldığı belirlenmiştir. Total tek çift bağlı doymamış yağ asit (TÇD<sub>m</sub>YA) yüzdesinde 28 gün aç bırakılan balıklarda önemli olmasa da kontrol grubuna göre bir azalma ( $30.30 \pm 0.54$ ) gözlenmiştir. Beslenen balık gruplarında besindeki değerle aynı seviyede kalmıştır.

Total  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 çoklu doymamış yağ asit (ÇD<sub>m</sub>YA) yüzdelerinde, beslenen 14. ve 28. gün balıklarda, kontrol grubu ve aç bırakılan balık gruplarına göre istatistiki yönden önemli sayılacak bir artış meydana gelmiştir. Bu yağ asitleri yüzdeleri en yüksek 28. gün beslenen balıklarda belirlenmiştir ( $\omega$ -3 % $18.36 \pm 0.46$  ,  $\omega$ -6 % $14.21 \pm 0.30$ ).  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 yağ asit formlarında aç bırakılan gruplarla kontrol grubu arasındaki yüzdelerde istatistiki bir fark gözlenmemiştir. Besinde  $\omega$ -3 formu ÇD<sub>m</sub>YA yüzdesi  $19.17 \pm 1.30$  iken,  $\omega$ -6 formu yağ asitlerinde  $13.89 \pm 0.83$  olduğu saptanmıştır. Besinde belirlenen bu yağ asit yüzdeleri, kontrol grubu ve aç bırakılan balıklardan yüksek çıkmıştır.

**Tablo 1.** Kas dokusu yağ asiti özütlenmesi için kullanılan *Oncorhynchus mykiss*'in ortalama boy (cm) ve kütleleri (g)

	<u>Aç Bırakılan Grup</u>		<u>Beslenen Grup</u>	
	Boy (Ort. $\bar{x} \pm S.H.$ )	Kütle (Ort. $\bar{x} \pm S.H.$ )	Boy (Ort. $\bar{x} \pm S.H.$ )	Kütle (Ort. $\bar{x} \pm S.H.$ )
Kontrol Grubu	20.03 $\pm$ 0.52	98.15 $\pm$ 5.62	20.03 $\pm$ 0.52	98.15 $\pm$ 5.62
14. gün	19.82 $\pm$ 0.10	110.32 $\pm$ 11.03	20.68 $\pm$ 1.01	123.46 $\pm$ 3.05
28. gün	20.12 $\pm$ 0.46	105.18 $\pm$ 8.36	21.57 $\pm$ 0.98	138.08 $\pm$ 6.12

Ort : Ortalama

S.H. : Standart Hata

x : Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır.

Balıkların besinsel değerlerinin en önemli kriteri olan  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 yağ asitlerinin oranının yüksek çıkması, insan beslenmesi açısından da bazı sağlık nedenlerinden dolayı önemlidir. Bu oran kontrol grubu balıklarda  $1.20 \pm 0.31$  iken aç bırakılan 14 ve 28 günlük balıklarda önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir ( $1.30 \pm 0.42$  ,  $1.28 \pm 0.21$ ) ( $P < 0.05$ ). Ancak beslenen balıklarda önemsizde olsa bir artış meydana gelmiştir. En yüksek değer 14. gün beslenen balıklarda görülmüştür ( $1.34 \pm 0.41$ ).

**Tablo 2.** Aç bırakılan ve beslenen *O. mykiss* 'in kas dokusu total doymuş ve doymamış yağ asit %'leri dağılımı

<b>Yağ Asitleri</b> Ort. <sup>x</sup> ±S.H. <sup>t</sup>	<b>Kontrol Grubu</b> Ort. <sup>x</sup> ±S.H. <sup>t</sup>	<b>Aç Bırakılan Grup</b>		<b>Besin Yağ Asitleri</b> Ort. <sup>x</sup> ±S.H. <sup>t</sup>	<b>Beslenen Grup</b>	
		<b>14.gün</b> Ort. <sup>x</sup> ±S.H. <sup>t</sup>	<b>28.gün</b> Ort. <sup>x</sup> ±S.H. <sup>t</sup>		<b>14.gün</b> Ort. <sup>x</sup> ±S.H. <sup>t</sup>	<b>28.gün</b> Ort. <sup>x</sup> ±S.H. <sup>t</sup>
<b>TDYA</b>	37.18 ± 0.20 a	41.53 ± 0.09b	41.48 ± 2.09b	36.88 ± 0.73 a	36.91 ± 0.63 a	37.27 ± 0.20a
<b>TTÇD<sub>m</sub>YA</b>	33.79 ± 2.73 a	31.37 ± 0.03a	30.30 ± 0.54 a	30.74 ± 1.60 a	31.44 ± 0.77 a	30.15 ± 0.52 a
<b>ω-3 formu TÇD<sub>m</sub>YA</b>	14.21 ± 0.09 a	15.58 ± 0.48ab	16.18 ± 2.52ab	19.17 ± 1.30 b	18.08 ± 1.30ab	18.36 ± 0.46b
<b>ω-6 formu TÇD<sub>m</sub>YA</b>	11.88 ± 0.09 ab	11.95 ± 0.29a	12.69 ± 0.16ab	13.89 ± 0.83bc	13.56 ± 0.63bc	14.21 ± 0.30 c
<b>ω-3 / ω-6 oranı</b>	1.20 ± 0.31 a	1.30 ± 0.42 a	1.28 ± 0.21 a	1.38 ± 0.10 a	1.34 ± 0.41 a	1.31 ± 0.04 a

**TDYA** : Total Doymuş yağ asitleri, **TTÇD<sub>m</sub>YA** : Total tek çift bağlı doymamış yağ asitleri.

**ω-3 ÇD<sub>m</sub>YA** : Total ω-3 formu çoklu doymamış yağ asitleri, **ω-6 ÇD<sub>m</sub>YA** : Total ω-6 formu çoklu doymamış yağ asitleri

**Ort**: Ortalama, **x** : Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır.

**S.H.** : Standart hata, **t** : Her sütunda aynı harflerle belirlenen veriler 0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

### 3.2. Aç Bırakılan ve Beslenen *O. mykiss*'in Kas Dokusu Yağ Asiti Bileşimi

14 ve 28 gün süreyle aç bırakılan ve beslenen *O. mykiss*'in kas dokusu yağ asiti bileşimi Tablo 3 de verilmiştir.

Kontrol grubu, aç bırakılan ve beslenen balıkların kas dokusu yağ asiti bileşimlerinin kalitatif olarak bir fark göstermemesine karşı, kantitatif açıdan bazı farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Kas dokusunda 19 yağ asiti saptanabilmiştir. Bütün gruplarda en yüksek yüzdelere sahip yağ asitlerinin DYA' den palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), TÇD<sub>m</sub>YA'den oleik asit (C18:1 ω-9), palmitoleik asit (C16:1 ω-9) ve eikosenoik asit (C20:1), ÇD<sub>m</sub>YA'den linoleik asit (C18:2 ω-6), linolenik asit (C18:3 ω-3), dokosaheksaenoik asit (C22:6 ω-3), arakidonik asit (C20:4 ω-3), eikosapentaenoik asit (C20:5 ω-3) ve dokosapentaenoik asit (C22:5 ω-3) oldukları tespit edilmiştir.

Aç bırakılan balıklarda, DYA'den laurik asit (C12:0) besinde bulunmamasına rağmen 14. ve 28. günde artış göstermiştir. 28 gün aç bırakılan balıklarda bu yağ asitinde görülen artış kontrol grubu ve beslenen balıklara göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $2.33 \pm 0.4$ ). 14 ve 28 gün beslenen balıklarda C12:0 yüzdesinde kontrol grubuna göre önemsiz de olsa bir artış olmuştur. Besinde  $\%4.34 \pm 0.66$  oranında bulunan miristik asitte (C14:0), aç bırakılan ve beslenen grupların her ikisinde de kontrol grubuna göre anlamlı olan artışlar meydana gelmiştir. En yüksek artış 28 gün aç bırakılan grupta gözlenmiştir ( $2.63 \pm 0.3$ ). C14:0'de aç bırakılan ve beslenen gruplar arasında önemli bir fark oluşmamıştır.

Besinde bulunmayan pentadekanoik asit (C15:0) yüzdesinde kontrol grubu aç bırakılan 14 ve 28. gün balıklarda ve 14. gün beslenen balıklarda bir fark görülmezken, 28. gün beslenen grupta istatistiki açıdan anlamlı bir azalma belirlenmiştir ( $0.82 \pm 0.06$ ) ( $P < 0.05$ ).

DYA den en yüksek yüzdede bulunan C16:0, besinde  $\%28.80 \pm 0.55$  oranında bulunmuştur. Beslenen 14. ve 28. gün balıklarda hem besin hem de kontrol grubu arasında bir fark gözlenmemiştir. Ancak C16:0, aç bırakılan gruplarda yükseliş göstermiş, 14. günde en yüksek seviyeye ulaşmıştır ( $32.33 \pm 0.64$ ).

Diğer önemli bir DYA olan C18:0, 28. gün aç bırakılan balıklarda kontrol grubuna göre önemli bir azalma gösterirken ( $3.16 \pm 0.38$ ), beslenen gruplarla besinde bulunan yüzdesi arasında önemli bir değişim oluşturmuştur. Besinde bulunmayan diğer bir DYA arakidik asit (C20:0), gruplar arasında önemli bir fark göstermezken ( $P < 0.05$ ), beslenen gruplarda aynı seviyede kalmıştır.

Aç bırakılan ve beslenen balıkların kas dokusu TÇD<sub>m</sub>YA'lerinden en yüksek yüzdeye sahip olan oleik asit (C18:1 ω-9)'tir. Düşük yüzdeye sahip olan asit ise ekosenoik asit (C20:1) tir. Miristoleik asit (C14:1) besin yağ asiti değeri ( $2.14 \pm 0.09$ ), kontrol grubuna ( $5.98 \pm 0.09$ ) kıyasla oldukça düşüktür. Bu asitte, aç bırakılan grupta 14. gün ve 28. günde bir azalma meydana geldiği ve bunun kontrol grubuna ve besin yağ asitine göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Beslenen gruptan 14. güne bakıldığında kontrol grubuna göre farklı olduğu ama aç bırakılan gruplara göre önemli bir farklılık göstermediği ortaya çıkmıştır. C14:1'in 28. günde ise büyük bir azalma gösterdiği ve bu azalmanın bütün gruplara göre önemli olduğu belirlenmiştir. C16:1 ω-9 da ise durum tam tersidir. Besinde yüksek bir yüzdeye sahip olan bu yağ asitinde ( $5.16 \pm 1.01$ ), kontrol grubu ile kıyaslandığında ( $2.98 \pm 0.04$ ) beslenen 14 ve 28. gün balıklarda önemli bir azalma olmuştur. Aç bırakılan 14. gün balıklarda az da olsa bir azalma meydana geldiği belirlenmiştir. C18:1 ω-9, bu grubun en yüksek yüzdeye sahip yağ asitidir ( $25.24 \pm 0.24$ ). Kontrol grubuna göre aç bırakılan grubun 14. ve 28. gününde bir azalma meydana geldiği ve bu azalmanın 28. günde farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. Besinde  $\% 21.34 \pm 0.80$  olan bu yağ asiti, beslenen her iki grupta da aç bırakılanlara göre artış göstermiştir. Beslenen 14. ve 28. gün balıklarda kontrol grubuna göre bir farklılık tespit edilmemiştir. C20:1 de, aç bırakılanlarda kontrol grubuna göre önemli azalma oluşurken, beslenen gruplarda önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Aç bırakılan ve beslenen *O.mykiss*'lerin kas dokusu ω-6 formu ÇD<sub>m</sub>YA'leri değerlendirildiğinde, linoleik asitin (C18:2 ω-6) bu grubun en yüksek yüzdeye sahip yağ asiti ( $10.31 \pm 0.35$ ) olduğu görülmektedir. Bu yağ asitinde kontrol grubuna göre aç bırakılan gruplarda istatistiksel olarak önemli azalma meydana gelmiştir. Kontrol grubu ve aç bırakılan gruplarla karşılaştırıldığında ise beslenen grupta önemli bir artış olmuştur. 28. gün aç grupta en düşük yüzdeye inmiştir ( $7.59 \pm 0.34$ ). En yüksek değer 28. gün beslenen grupta saptanmıştır.

Linolenik asit (C18:3  $\omega$ -6) balıkların besin yağ asitinde %  $1.04 \pm 0.41$  oranında bulunmasına karşın kas dokusunda belirlenmemiştir. Eikosadienoik asit (C20:2  $\omega$ -6), aç bırakılan grupta 14. günde 28. günlerde kontrole ve beslenen gruplara göre önemli derecede artmıştır. Beslenen balık gruplarında ise bir farklılık bulunmamıştır. Eicosatrienoik asit (C20:3  $\omega$ -6) aç bırakılan ve beslenen gruplar arasında ve kontrol grubuna göre önemli bir farklılık göstermemiştir. Besinde bu yağ asidine %  $4.78 \pm 0.37$  oranında rastlanmıştır. Arakidonik asitte (C20:4  $\omega$ -6) aç bırakılan gruplardan 14. günde bir azalma olduğu ve 28. günde önemli bir artış meydana geldiği gözlenmiştir. Beslenen balıklarda ise 14. gün ve 28. günlerde kontrol grubuna göre önemli artış olduğu belirlenmiştir. Bu yağ asitinin besindeki yüzdesi ( $0.97 \pm 0.10$ ), kontrol grubuna göre ( $0.76 \pm 0.02$ ) yüksektir.

Kas dokusu  $\omega$ -3 formu  $\text{ÇD}_m\text{YA}$ 'lerinden C18:3  $\omega$ -3, kontrol grubuna göre diğer gruplarda beslenen gruplar hariç istatistiki olarak önemli bir farklılık göstermediği belirlenmiştir. Ancak, aç bırakılan balıklarda 14. günden 28. güne doğru bir azalma olduğu ve beslenen balıklarda ise 14. günden 28. güne doğru önemli bir artış meydana geldiği görülmüştür. C20:4  $\omega$ -3, C18:3  $\omega$ -3'ün aksine aç bırakılan balıklarda 14. ve 28. günlerde önemli bir artış göstermiştir. Besindeki %'si düşük olan ( $1.27 \pm 0.08$ ) bu yağ asiti, beslenme süresince kontrol grubuna göre artış göstermiş, aç bırakılan balıklardaki değerlere yakın değerde bulunmuştur. Bu asit beslenen gruplarda bir farklılık göstermemiştir fakat besindeki değere göre istatistiki olarak önemli bir artış olmuştur.

C20:5  $\omega$ -3 ve C22:5  $\omega$ -3 yağ asitleri kontrol grubuna göre aç bırakılan gruplarda yüksek miktarda bulunmuştur. 28 günlük aç grupta en yüksek yüzdeye ulaşmıştır (sırasıyla  $3.24 \pm 0.57$  ,  $3.23 \pm 0.85$ ). C20:5  $\omega$ -3 beslenen gruplarda önemsizde olsa kontrole göre yüksek bulunmuştur. Oysa C22:5  $\omega$ -3 beslenen gruplarda ve kontrol grubunda aynı seviyede kalmıştır. C20:5  $\omega$ -3, besinde % $4.52 \pm 0.37$  gibi yüksek bir değerdedir. C22:6  $\omega$ -3, kas dokusu  $\omega$ -3 formu  $\text{ÇD}_m\text{YA}$ 'leri arasında en yüksek yüzdeye sahiptir. Besinde de yüksek değerde bulunmuştur ( $8.50 \pm 1.34$ ). Aç bırakılan balıklarda önemsiz bir azalma meydana gelmiş, 28. günde en düşük seviyeye ulaşmıştır ( $4.36 \pm 0.36$ ). 14. ve 28. gün beslenen balıklarda önemli bir artış meydana gelmiş, 28.günde en yüksek değere çıkmıştır ( $8.37 \pm 0.16$ ).

**Tablo 3.** Aç Bırakılan ve beslenen *O. mykiss* 'in kas dokusu yağ asit bileşimi ve Yüzdeleri

Yağ Asitleri	Kontrol grubu Ort. <sup>x</sup> S.H. <sup>t</sup>	Aç bırakılan grup 14.gün Ort. <sup>x</sup> S.H. <sup>t</sup>	28.gün Ort. <sup>x</sup> S.H. <sup>t</sup>	Besin yağ asitleri Ort. <sup>x</sup> S.H. <sup>t</sup>	Beslenen grup 14. gün Ort. <sup>x</sup> S.H. <sup>t</sup>	28.gün Ort. <sup>x</sup> S.H. <sup>t</sup>
<b>DYA</b>						
<b>C 12:0</b>	0.55 ± 0.03 ac	0.91 ± 0.06 a	2.33 ± 0.4 b	--	1.01 ± 0.2 a	0.94 ± 0.12 a
<b>C 14:0</b>	0.43 ± 0.05 a	1.78 ± 0.06 b	2.63 ± 0.3 b	4.34 ± 0.66 c	1.81 ± 0.3 b	1.97 ± 0.33 b
<b>C 15:0</b>	1.64 ± 0.07 a	1.52 ± 0.32 a	1.27 ± 0.17 ac	--	1.46 ± 0.21 a	0.82 ± 0.06c
<b>C 16:0</b>	29.28 ± 0.07ac	32.33 ± 0.64b	31.18 ± 1.53ab	28.80 ± 0.55ab	28.03 ± 0.33c	29.27 ± 0.62ac
<b>C 18:0</b>	4.50 ± 0.25 a	4.22 ± 0.36 ab	3.16 ± 0.38b	3.74 ± 0.35ab	3.51 ± 0.51ab	3.22 ± 0.38b
<b>C 20:0</b>	0.77 ± 0.08 a	0.80 ± 0.08 a	1.01 ± 0.30 a	--	1.08 ± 0.29 a	1.06 ± 0.14a
<b>TCD<sub>m</sub>YA</b>						
<b>C 14:1</b>	5.98 ± 0.09a	3.41 ± 0.18 b	3.36 ± 0.57b	2.14 ± 0.09cd	3.02 ± 0.42bc	1.87 ± 0.42d
<b>C 16:1</b>	2.98 ± 0.04a	2.19 ± 0.18a	2.49 ± 0.77a	5.16 ± 1.01b	1.94 ± 0.47a	1.51 ± 0.21a
<b>C 18:1 ω-9</b>	25.24 ± 0.24a	24.34 ± 0.20ac	23.20 ± 0.07c	21.34 ± 0.80b	24.51 ± 0.07a	24.51 ± 0.47a
<b>C 20:1 ω-9</b>	2.50 ± 0.02a	1.44 ± 0.27b	1.25 ± 0.34b	2.10 ± 0.32ab	1.96 ± 0.04ab	2.04 ± 0.46ab
<b>CD<sub>m</sub>YA ω-6</b>						
<b>C 18:2</b>	9.05 ± 0.07a	8.15 ± 0.30b	7.59 ± 0.34b	6.17 ± 0.16c	9.94 ± 0.27d	10.31 ± 0.35d
<b>C 18:3</b>	--	--	--	1.04 ± 0.41	--	--
<b>C 20:2</b>	0.89 ± 0.07a	1.46 ± 0.20b	1.92 ± 0.03b	0.93 ± 0.06a	0.65 ± 0.09a	0.91 ± 0.29a
<b>C 20:3</b>	1.18 ± 0.07a	1.73 ± 0.24a	1.72 ± 0.31a	4.78 ± 0.37b	1.66 ± 0.21a	1.73 ± 0.28a
<b>C 20:4</b>	0.76 ± 0.02ac	0.61 ± 0.05a	1.46 ± 0.24de	0.97 ± 0.01acd	1.31 ± 0.22de	1.27 ± 0.25ce
<b>CD<sub>m</sub>YA ω-3</b>						
<b>C 18:3</b>	4.25 ± 0.09ab	3.45 ± 0.27ac	3.02 ± 0.54a	4.03 ± 0.71ab	4.42 ± 0.38b	4.90 ± 0.44b
<b>C 20:4</b>	1.35 ± 0.08ac	2.61 ± 0.34b	2.33 ± 0.40b	1.27 ± 0.08a	2.14 ± 0.35bc	2.06 ± 0.06ab
<b>C 20:5</b>	1.52 ± 0.03a	1.91 ± 0.05a	3.24 ± 0.57b	4.52 ± 0.37c	2.53 ± 0.53ab	1.77 ± 0.30a
<b>C 22:5</b>	1.28 ± 0.04ac	2.53 ± 0.28ab	3.23 ± 0.85b	0.86 ± 0.03c	1.68 ± 0.34ac	1.25 ± 0.28c
<b>C 22:6</b>	5.82 ± 0.02ac	5.08 ± 0.12a	4.36 ± 0.36a	8.50 ± 1.34bd	7.25 ± 0.21cd	8.37 ± 0.16bd

**DYA :** Doymuş yağ asitleri.

**ω-3 CD<sub>m</sub>YA :** ω-3 formu çoklu doymamış yağ asitleri

**TCD<sub>m</sub>YA :** Tek çift bağlı doymamış yağ asitleri.

**ω-6 CD<sub>m</sub>YA :** ω-6 formu çoklu doymamış yağ asitleri

**Ort:** Ortalama ,

**x :** Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır.

**S.H. :** Standart hata,

**t :** Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler 0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir..

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada kullanılan, aç bırakılan ve beslenen *O. mykiss*'lerin kütleleri arasında görülen farkın, ferdi olabileceği gibi 1 yaşını tamamlamış olan balıkların kullanılmış olması, balıkların aç bırakılmaları ve beslenmelerinin de bunda etkili olabileceği düşünülmelidir (Henderson ve Sargent, 1981; Çelikkale, 1988; Kiessling ve ark., 1990).

Balıkların kimyasal bileşimlerini bilmek, onun besin değerini tanımada ve besin teknolojisi açısından çok önemlidir. Balığın kimyasal bileşimi türden türe değiştiği gibi, balığa verilen yemin içeriği de balığın kimyasal bileşimi üzerine etkilidir. Aynı balık türlerinin kimyasal bileşimleri de farklılık gösterebilmektedir. Bu farklılıklar balığın türüne yaşına, cinsiyetine, yetiştirildiği bölgeye, beslenme şekline ve zamanına, mevsimlere, vücut bölgelerine, eşeyssel olgunluk durumuna ve büyüklüğüne bağlıdır (Akpınar ve Aksoylar 1988; Kara, 2001; Uysal ve ark., 2002; Kalyoncu ve ark., 2009 ).

Membranlarda fosfolipitlerin, kolesterolün ve özellikle yağ asitlerinin bulunuşunun membran akışkanlığının kontrol edilmesinde oldukça önemli olduğu kabul edilmektedir. Membran yapısına giren bu bileşiklerin miktarları ve yapıdaki asitlerinin doymamışlık derecesi, membrana bağlı enzimlerin aktiviteleri ile permabilededeki değişimlere uygun olarak düşük sıcaklıklarda artış gösterir (Giese, 1968; Wodtke, 1978; Van den Thillart ve Bruin, 1981). Ancak sıcaklık arttığında doymamış yağ asitleri miktarında azalma, doymuş yağ asitlerinde ise artma olur.

Ortam suyunun  $O_2$  ve sıcaklık değerlerinin değişken olmasının, balıkların metabolizması üzerine etkili olabileceği bilinmektedir. Balıklar, ortamın değişen sıcaklığına ve  $O_2$  durumuna karşı yağ asit metabolizmasını ayarlayarak yaşamlarını sürdürürler (Farkas and Csengeri, 1976; Akpınar ve Aksoylar, 1988; Zengin ve Akpınar, 1999). Bu konuda yapılan araştırmalarla, balıkların uzun süre soğukta bırakılmaları halinde, fosfolipitlerindeki uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin arttığı saptanmıştır (Miller ve ark., 1976). Denemelerimiz süresince havuz suyunun  $O_2$ , pH ve sıcaklık değerlerinin değişim göstermemiş olması balık metabolizması üzerine bir etkisi olduğunu düşündürmemektedir ( $O_2$   $8.62 \pm 0.18$  mgL<sup>-1</sup>, pH  $8.6 \pm 0.04$  ve sıcaklık  $12.0 \pm 0.22^\circ\text{C}$ ).

Cho ve ark. (2005) optimum tuzluluk ve sıcaklık koşulları altında yetiştirilen erginleşmemiş *Scophthalmus maximus*'un gelişimi ve vücut kompozisyonu üzerine besinsel protein ve lipid seviyelerinin etkilerini araştırmışlardır. Artırılmış besinsel lipid seviyesinin balığın ağırlık kazanımını ve spesifik gelişim hızını arttırdığını, arttırılmış protein seviyelerinin ise bu parametreleri arttırmadığını saptamışlardır. Yine aynı şekilde tüm vücudun lipid içeriğinin besinsel lipid seviyesi ile önemli bir şekilde etkilenmesine karşın, protein seviyesiyle etkilenmediği belirlenmiştir. Tüm protein seviyelerinde, düşük lipid seviyesiyle beslenen balıklarda  $\omega$ -3 formu  $\text{CD}_m\text{YA}$ ' leri olan C22:5  $\omega$ -3 ve C22:6  $\omega$ -3'ün miktarlarının önemli bir şekilde arttığı saptanmıştır.

Besinsel lipidlerin vücut lipidlerinin yağ asidi kompozisyonuna etkisi, trigliserid ve fosfolipitler arasında farklılık gösterir. Fosfolipitlerin yağ asit bileşiminin trigliseritlerden daha büyük derece de etkilendiği belirlenmiştir. Tatlısu balıklarında besinle alınan linoleik asit ve linolenik asit zincir uzamasına uğratılarak doymamışlık dereceleri arttırılır. Bu şekilde bu asitler, arakidonik asit, dokosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asitlere dönüştürülerek fosfolipitlerin yapısına girdiği belirlenmiştir. Bununla beraber bu yağ asitlerinin (C18:2, C18:3) trigliseritlerde değişime uğramadan depolandığı saptanmıştır (Akpınar ve Metin, 1999; Takeuchi and Watanabe, 1977; Farkas and Csengeri, 1980).

Tocher ve ark. (2004) *O. mykiss* enterosit ve hepatositleri üzerine su sıcaklığı ve değişik seviyeli palmye yağı ve balık yağı içeren (P0, P25, P50, P75 ve P100) diyetsetel yemlerin etkilerini araştırmışlardır. Sıcaklık ve palmye yağının karaciğer toplam lipidlerinde önemli bir şekilde etki etmediğini ve tamamen balık yağı içeren, palmye yağı içermeyen yemle beslenen (P0 besini) grupların karaciğerlerinde en yüksek miktarda bulunan yağ asidinin C22:6  $\omega$ -3 olduğunu saptamışlardır. Tamamen palmye yağı içerep balık yağı içermeyen yemle (P100 besini) beslenen gruplarda ise C22:6  $\omega$ -3 miktarının önemli bir şekilde düştüğünü saptamışlardır.

Schulz ve ark.(2005) erginleşmemiş *Sander lucioperca*'nı sebze yağları (soya ve keten yağı) ve balık yağı ile beslemişlerdir. Vücut bileşimi ve doku seviyesinde yağ asitlerindeki değişimleri araştırmışlardır. Sebze yağı ve balık yağı ile beslenen deneysel grupların, ağırlık kazanımı ve spesifik gelişim hızlarının besinsel bileşenlerle etkilenmediğini saptamışlardır. Kas dokusu ve tüm vücut ile karşılaştırıldığında, karaciğerin farklılık gösteren besinlerden etkilendiği belirlenmiştir. Önemli bir bulgu

olarak, sebze yağlarıyla beslenen grupların karaciğerinde lipit miktarının arttığını, balık yağıyla beslenenlerde ise karaciğer lipit miktarının azaldığını belirlemişlerdir

Akpınar ve Aksoylar (1988), *Gara rufa* ile yaptıkları bir araştırmada, balıklar 21 gün aç bırakıldığında palmitoleik, stearik, linoleik, linolenik ve arakidonik asit yüzdelerinde önemli bir azalış meydana geldiğini görmüşlerdir. Açlığın, balıkların lipit ve yağ asiti bileşimine etkisinde aç bırakılma süresinin rol oynadığı belirtilmiştir. 5-7 günlük açlık periyotlarında önemli bir değişimin meydana gelmediği saptanmıştır. Bu araştırmacılar 7. günden itibaren yağ asit yüzdelerinde azalma olduğunu belirlemişlerdir.

Saka (1996) beslenen ve aç bırakılan eşeyssel olgunluğa ulaşmamış *Salmo gairdnerii* erkek ve dişilerinin karaciğer ve kas dokusu toplam lipit ve yağ asit miktarını araştırmıştır. Aç bırakılan balıklarda toplam lipit ve yağ asiti miktarlarında 7. günden itibaren bir azalma, beslenen balıklarda ise 7. günden sonra bir artış meydana geldiğini bildirmiştir.

Görgün (2006), ergin ve ergin olmayan *O. mykiss* eşeyleriyle yaptığı bir çalışmada, karaciğer ve kas dokusu yağ asitlerinin kalitatif olarak farklılık göstermediği ancak, kantitatif farklılıkların belirlendiğini saptamıştır.

Çalışmamızda aç bırakılan ve beslenen balıkların yağ asit bileşimlerinde kalitatif bir değişim meydana gelmemiştir. Ancak, TÇD<sub>m</sub>YA ve ÇD<sub>m</sub>YA'leri aç bırakılan balıklarda beslenenlere göre düşük seviyede bulunmuştur. Aç bırakılan balıklarda C16:1 ω-9, C18:0, C18:2 ω-6, C18:3 ω-3 yüzdelerinde açlık süresince bir azalma meydana geldiği ve bu azalmanın 28. günde önemli derecede arttığı tespit edilmiştir. Bu durum balıkların beslenmemeleri ve açlık sırasında enerji kaynağı olarak daha çok bu yağ asitlerini kullandıkları görüşünü desteklemektedir (Haneko and Takeuchi, 1966; Hayashi and Takagi, 1977). Aç bırakılan 14 ve 28. gün balıklarda, C14:1, C16:1 ω-9, C18:1 ω-9, C20:1 kontrol grubuna kıyasla 28. günde bu yüzdede azalma olduğu görülmüştür. Total tek çift bağlı yağ asit (TÇD<sub>m</sub>YA) yüzdesinde de 28. gün aç bırakılanlarda önemli olmasa da bir azalma (30.30 ± 0.54) olduğu tespit edilmiştir (Tablo2). Açlık periyodunda total doymuş yağ asitlerinde artış olması, bazı tek çift bağlı doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerinde azalma meydana gelmesi nedeniyle olabilir (Tablo 2 ve 3). Açlık süresince herhangi TÇD<sub>m</sub>YA ve ÇD<sub>m</sub>YA'leri miktarında azalma meydana gelmesi, enerji kaynağı olarak kullanılmalarından kaynaklanmaktadır. Ancak, balıklarda enerji kaynağı olarak kullanılan yağ asitlerindeki seçicilik hakkında

bilgiler henüz yeterli değildir. Yukarıdaki çalışmalarla karşılaştırıldığında verilerimizin daha önce yapılan çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir.

Başlangıç ağırlıkları yaklaşık 27 g olan *O. mykiss*'leri yine P0, P25, P50, P75 ve P100 diyetleriyle beslemişler ve kas, karaciğer ve incebağırsak yağ asit bileşimine etkilerini araştırmışlardır. P0 diyetiyle beslenen grupların çalışılan tüm dokularda en yüksek C22:6  $\omega$ -3 miktarlarını göstermesine karşın, balık yağının azaltıldığı ve yerine palmye yağının ilave edildiği, P50, P75 ve özellikle P100 diyetiyle beslenen gruplarda ise C22:6  $\omega$ -3 miktarlarının çalışılan tüm dokularda önemli bir şekilde düştüğü saptanmıştır (Fonseca-Madrigal ve ark., 2005).

Beslenme konusunda yapılan çalışmalardan, balıklarda depo lipitlerinin yağ asit bileşimi ve yağ asit metabolizmasının besin tarafından etkilendiği kabul edilmektedir. Bu durum, lipit içeriği zengin doğal ve ticari besinlerle yapılan beslenme denemelerinde, yağ asit sentezinin engellenmesiyle olasıdır. Balıklar düşük miktarda lipit içeren besinlerle beslendiğinde besin yoluyla aldıkları yağ asitlerini değişikliğe uğrattıkları ve doymuş-doymamış yağ asitlerinin kas dokusuna kalitatif olarak aynen yansıdığı görülmüştür (Takeuchi ve ark., 1979; Viola ve Amidan, 1978). Balıkların, gereksinim duydukları yağ asitleri besinlerinde yeterli düzeyde bulunmuyorsa, bu yağ asitlerinden 16, 18 ve 20 karbonlu doymuş ve doymamış yağ asitlerini doğrudan depoladıkları tespit edilmiştir (Akpınar ve Aksoylar, 1988). Beslenen balıklarda elde edilen sonuçlarımız bu doğrultudadır.

Aç bırakılan balıklarda C18:2  $\omega$ -6, C18:3  $\omega$ -3, 28. güne doğru bir azalma, C20:2, C20:3, C20:4, C20:5 ve C22:5 gibi yağ asitlerinde ise artış meydana gelmesi (Tablo 3), C18:2 ve C18:3'ün zincir uzatılması ve doymamışlık reaksiyonlarına uğratıldığı görüşü desteklenmektedir (Farkas ve ark., 1978; Rodriguaz ve ark., 1998). Beslenen balıklarda kas dokusu yağ asidi bileşiminin besindeki yağ asidi bileşimini yansıması, bu dokuda lipogenik kapasitenin düzenli beslenme durumunda düşük olabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda C22:6  $\omega$ -3'ün kas dokusu  $\text{CD}_m\text{YA}$ 'leri arasında en yüksek yüzdeye sahip olduğu ve besinde  $8.50 \pm 1.34$  gibi yüksek bir değerde bulunduğu tespit edilmiştir. Aç bırakılan balıklarda önemsiz bir azalma meydana geldiği 28. günde en düşük seviyeye ulaştığı ( $4.36 \pm 0.36$ ) görülmüştür. Bu veriler Tocher ve ark. (2004) ile Fonseca-Madrigal ve ark. (2005)'nin bulguları ile paralellik göstermektedir. Bu yağ

asitinin besinde bulunmaması veya aç bırakılan balıklarda düşük yüzdede olması balıklar tarafından sentezlenemediğinin göstergesidir. Bu ve benzeri yağ asitlerinin besinle alınması balık dokularında oranını yükseltmektedir (Tablo3).

Yıldız ve Şener (2004) erginleşmemiş *Dicentrarchus labrax* (levrek)'ları balık yağı, soya yağı ve zeytinyağı ile beslemişlerdir. Tüm vücuttaki yağ asit analizlerinde en yüksek C22:5  $\omega$ -3 ve C22:6  $\omega$ -3 değerleri, balık yağıyla beslenen gruplarda gözlenirken, en yüksek C18:3  $\omega$ -3 ve C18:2  $\omega$ -6 miktarlarının soya yağıyla beslenen gruplarda olduğu, en yüksek C18:1  $\omega$ -9 miktarlarının ise zeytinyağı açısından zengin olan yemle beslenen gruplarda görüldüğünü saptamışlardır.

Erginleşmemiş *Asipenser gueldenstaedrii* (Rus mersini) balık yağı, soya yağı ve ayçiçeği yağıyla beslenmiş ve bunların büyüme performansı ile yağ asidi bileşimine etkisini araştırılmıştır. Bitkisel yağlarla beslenen gruplarda toplam  $\omega$ -6 formu  $\text{CD}_m\text{YA}$  'leri fazla bulunurken, balık yağı ile beslenen gruplarda toplam  $\omega$ -3 formu  $\text{CD}_m\text{YA}$  'lerinin fazla olduğu saptanmıştır. Bu bulguların karaciğer dokusu içinde geçerli olduğu bildirilmiştir (Şener ve ark., 2005).

Balıklarda karaciğer ve kas dokusunun diğer fizyolojik fonksiyonlarda oldukları kadar yağ depoları olarak ta işlev yaptıkları bilinmektedir (Kozlova, 1998). Karaciğer, gonad gelişimi ve olgun gametlerin oluşturulmasında kullanılacak lipidin büyük bir kısmını depo ederek, bunları gonadlara iletir. Ancak üreme için gerekli enerji daha çok kas dokusundaki lipitlerden sağlanmaktadır. Bu nedenle üreme evresinde, karaciğer ve kas dokusu lipitleri ve yağ asitlerinde önemli derecede azalmanın meydana geldiği bilinmektedir (Medford ve Mackey, 1978; Dabrowski, 1982; Akpınar, 1986).

Akpınar (1986), *Cyprinus carpio* L'un karaciğer yağ asit bileşiminin eşey ve mevsimine bağlı değişimini araştırmıştır. Her iki eşeyin karaciğer yağ asit bileşiminin kalitatif yönden farklı olmadığını ve uzun zincirli  $\text{CD}_m\text{YA}$  'lerinin,  $\text{DYA}$  'lerine nazaran daha fazla değişime uğradıklarını saptamıştır. Bu değişimlerde gonat gelişimi ve üreme periyotlarının doğrudan doğruya etkili olduğu sonucunu çıkarmıştır..

Akpınar (1987) *Cyprinus carpio* L'un kas dokusu yağ asit bileşimini mevsime bağlı olarak araştırmıştır. Her iki eşeyin kas dokusu yağ asit bileşiminin kalitatif yönden farklı olmadığını ve en fazla değişime uğrayan yağ asitlerinin uzun zincirli yağ asitleri olduğunu, bunun ise gonat gelişimi ve üreme periyotlarının bir sonucu olduğunu bildirmiştir.

Nanton ve ark. (2001) erginleşmemiş *Melanogrammus aeglefinus* 'ları protein içerikleri aynı, ancak lipit içerikleri farklı olan besinlerle beslemişlerdir. Kas dokusu lipit seviyelerinin besinsel lipit içeriği ile önemli bir şekilde etkilenmediğini bildirmişlerdir. Yağ asitleri durumunda ise, karaciğerin besinsel yağ asit bileşimini yansıttığını ancak kas dokusu toplam lipitinin çoğunluğunu polar lipitlerin ve aşırı doymamış yağ asitlerinin oluşturduğunu saptamışlardır.

Haliloğlu ve ark. (2002), besinsel bir yem kullanarak, üç farklı alabalık türünün kas dokusu üzerinde yaptıkları araştırmada *O. mykiss* kas dokusunda en fazla bulunan yağ asitlerinin C16:0, C18:0, C18:1  $\omega$ -9, C18:2  $\omega$ -6 ve C22:6  $\omega$ -3 olduğunu belirlemişlerdir.

Konar ve Köprücü (2002) yine besinsel bir yem kullanarak *O. mykiss* etinin yağ asit bileşimindeki en yüksek yüzdeli yağ asitlerinin C16:0, C18:1, C18:3, C20:1 ve C22:6'dan oluştuğunu tespit etmişlerdir.

Zengin (2003) porsiyonluk boyuttaki erkek ve dişi *O. mykiss* 'in kas dokusu yağ asit bileşimini belirlemiştir. Kas dokusunda en fazla bulunan yağ asitlerinin C14:0, C16:0, C18:0, C16:1, C18:1, C18:2 ve C22:6 olduğunu saptamıştır.

Çalışmamızda aç bırakılan ve beslenen *O. mykiss*'in kas dokusu yağ asit bileşimleri araştırılmış ve besinsel yağ asitleri ile karşılaştırılmıştır (Tablo 3). Elde edilen verilere göre her iki grup içinde en yüksek miktarda bulunan yağ asitleri C16:0 (%29.28  $\pm$  0.07), C18:1  $\omega$ -9 (%25.24  $\pm$  0.24), C18:2  $\omega$ -6 (%9.05  $\pm$  0.07), C14:1 (%5.98  $\pm$  0.09) ve C22:6  $\omega$ -3 (%5.82  $\pm$  0.02) olarak tespit edilmiştir.  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 oranı en yüksek değerinde besin yağ asitinde (%1.38  $\pm$  0.10) yer almıştır. Çalışmamızda yer alan bulgular Akpınar ve ark. (2009)'nın elde ettiği bulgular ile paralellik göstermektedir. Bu konuda yapılan yukarıda açıklanmaya çalışılan araştırma verileri de göz önüne alındığında, verilerimizde besinsel yağ asitleri ile balıkların kas dokusu yağ asitleri arasında kalitatif olarak C12:0, C15:0, C20:0 ve C18:3  $\omega$ -6 yağ asitleri hariç önemli bir farklılığın olmadığı söylenebilir. Beslenen ve aç bırakılan balıkların besininde bulunan C18:3  $\omega$ -6'dan faydalanamadığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca, balıkların yağ asit metabolizmalarını düzenleyebildiği ve besinde bulunmayan C12:0, C15:0 ve C20:0 yağ asitlerini sentezleyebildiği görülmüştür.

Akpınar ve ark.(2009) *Salmo trutta macrostigma* erkek ve dişilerinin karaciğer ve kas dokusunun, yağ asit kompozisyonunu belirlemiştir. Dokularda yer alan yağ asitleri arasında kantitatif farklılıkların eşeye bağlı olduğunu söylemişlerdir. Karaciğer ve kas dokusunda en yüksek miktarda bulunan yağ asitlerinin C16:0 (%19.0-21.6), C18:0 (%5.32-11.3), C18:1  $\omega$ -7 (%5.65-9.38) , C18:1  $\omega$ -9 (%15.6-22.4), C20:5  $\omega$ -3 (%6.34-7.88) ve C22:6  $\omega$ -3 (%7.38-15.6 ) olduğunu belirlemiştir. Dokularda  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 oranı karaciğerde, erkeklerde 2.89 ve dişilerde 1.97 ve kas dokusunda, erkeklerde 2.59 ve dişilerde 2.26 olduğunu saptamışlardır. *S. trutta macrostigma*'nın yağ asitlerinin bu oran açısından insan tüketimi için değerli bir gıda olabileceği kanısına varmışlardır.

Ayrıca yapılan diğer benzeri araştırmalarda, bu oran mevsimsel değişikliklerin meydana gelebileceği ve yüksek değerlerin kış aylarında sağlanabildiği rapor edilmektedir (Rasoarahona ve ark., 2005; Bayır ve ark., 2010).

Tatlısu ve deniz balıkları arasında yağ asit bileşenleri yönünden farklılıklar vardır. Genelde tatlı su balıkları  $\omega$ -3 ÇD<sub>m</sub>YA'leri yönünden deniz balıklarına göre farklıdır. Ancak, tatlısu balıklarında yağ asit metabolizması göz önüne alındığında zincir uzatma ve doymamışlık işlemleri deniz balıklarına göre daha etkili olduğu belirlenmiştir (Jankowska ve ark., 2003; Steffens, 1999). Buda tatlısu balıklarının da yüksek besinsel değere sahip olduğunu göstermektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarla,  $\omega$ -3 formu yağ asitlerinin besin zinciri ile balıklara yansıdığı ve bol miktarda depo edildiği vurgulanmaktadır. Özellikle EPA ve DHA'ler balıklarda bolca bulunmaktadır ve kardiyovasküler hastalıklar, metabolizmanın düzenlemesi açısından v.s. oldukça önemlidirler (Lauritzen ve ark., 2000; Watkins ve ark, 2003; Holub ve Holub, 2004; Lombardo ve ark., 2007; Akpınar ve ark., 2009).

Görgün (2006), insan sağlığı açısından çok önemli olan  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 oranını erginleşmemiş balıklarda ergin balıklara göre yüksek olduğunu ve insanların özellikle kültürü yapılabilen balıklardan henüz erginleşmemiş balıkları tüketmelerinin daha sağlıklı olacağını önermektedir.

Çalışmamızda elde edilen verilere göre *O. mykiss*'in kas dokusu  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 yağ asitleri oranının literatür bilgileriyle uyumlu olduğu gözlenmiş ve  $\omega$ -3 formu yağ asitlerinin  $\omega$ -6 formu yağ asitlerinden yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo2). Kültürü yapılacak balıkların beslenmesinde kullanılacak besinlerde  $\omega$ -3 formu yağ asitleri

oranının yükseltilmesi balıklarda da bu yağ asitleri miktarının arttırılabileceği kanısındayız.

Çalışmamızda da aç bırakılan ve beslenen *O. mykiss*'in kas dokusunda 14. ve 28. günlerde en yüksek yüzdeye sahip doymuş yağ asiti C16:0'dır. Bunu tek çift bağlı doymamış yağ asiti C18:1  $\omega$ -9, çoklu doymamış yağ asitleri C18:2  $\omega$ -6, C18:3  $\omega$ -3 ve C22:6  $\omega$ -3 takip ettiği görülmüştür. Elde ettiğimiz veriler yukarıda belirtilen çalışmalar ile uyum gösterdiği görülmektedir.

Elde edilen sonuçlar, balıkların aç bırakılması durumunda yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan enerjiyi lipitlerden sağladığını ve açlık durumunda kas dokusunda önceden depoladıkları lipitleri kullandıklarını göstermektedir. Balıkların düzenli bir şekilde beslenmeleri durumunda ise aynı dokularda yüksek oranda lipit depolandığı sonucu ortaya çıkmıştır. Grupların kas dokusu yağ asit bileşimlerinde kalitatif benzerlikler sergilemelerinin yanında kantitatif farkların bulunduğu ve insan sağlığı açısından çok önemli bir parametre olan  $\omega$ -3/  $\omega$ -6 oranı beslenen gruplarda aç bırakılan gruplara göre çok daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum göz önüne alındığında kültürü yapılan balıkların rastgele değil de düzenli beslenmelerinin sağlanması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Daha doğrusu, dengeli ve düzenli beslenen balıkların besinsel kalitesinin daha da yüksek olabileceği söylenebilir.

## 5. KAYNAKLAR

- Abi – Ayad, S.M.E.A., Kestemont, P. & Melard, C.** 2000. Dynamics of total lipids and fatty acids during embryogenesis and larval development of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). *Fish Physiol. Biochem.* 23, 233-243.
- Akpınar, M.A.** 1986. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın karaciğer yağ asitlerinin mevsimsel değişimi. *Doğa Tu. Bio.* 10, 3, 232-239.
- Akpınar, M.A.** 1987. *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın kas dokusu yağ asitlerinin mevsimsel değişimi. *Doğa Tu. Bio. D.C.* 11, s. 1, 1-9.
- Akpınar, M.A.** 1999. Besinsel yağ asitlerinin ve açlığın *Cyprinus macrostomus* Heckel, 1843'un kas dokusu yağ asidi bileşimine ekisi. *Tr. J. of Biology.* 23, 309-317.
- Akpınar, M.A., Metin, K.** 1999. Aç bırakılan ve beslenen *Oncorhynchus mykiss*'in karaciğer ve kas dokusu glikojen miktarı. *Tr. J. Of Biology.* 23, 107-113.
- Akpınar, M.A ve Aksoylar, M.Y.** 1988 *Garra rufa* Heckel, 1943'nin yağ asidi bileşimine sıcaklığın, besinsel yağ asitlerinin ve açlığın etkileri. *Doğa Tu. Biol.* 12, 1-8.
- Akpınar, M.A., Görgün, S. & Akpınar, A.E.** 2009. A comparative analysis of the fatty acid profiles in the liver and muscles of male and female *Salmo trutta macrostigma*, *Food Chemistry*, 79(2), 145-150.
- Ackman, R.G.** 1967. Characteristics of the fatty composition and biochemistry of some fresh-water fish oils and lipids in comparison with marine oils and lipids. *Comp. Biochem. Pyhsial.* 22, 907-922.
- Bayır, A., Sirkecioğlu, N.A., Aras, N. M., Aksakal, E., Haliloğlu, H. İ., Bayır, M.** 2010. Fatty acids of neutral and phospholipids of three endangered trout: *Salmo trutta caspicus* Kesler, *Salmo trutta labrax* Palas and *Salmo trutta macrostigma* Dumeril. *Food Chemistry.* 119, 1050-1056.
- Blight, E. & Dyer, W. J.** 1959. Arapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37, 911-917.
- Bunting, S., Moncada, S. and Vane, J.R.** 1983. The prostacyclin thromboxane A<sub>2</sub> balance. Pahlphysiological and therapeutic implications. *Br. Med. Bull.* 39,271-276.

- Cantwell, M.M.** 2000. Assesmenr of the indivudual fatty acid intake. *P. Nutr. Soc.* 59, 187-191.
- Castell, J. D.** 1978. Review of lipid requirements of finfish. *EIFAC-FAO. Symposium on finfish nutrition and feed technology, Hamburg, West Germany*, 20-23 June.
- Castledine, A.J., and Buckley, T.J.,**1980. Distribution and mobility of  $\omega$ -3 fatty acids in rainbow trout fed varying levels and types of dietary lipid. *J. Nutr.* 110, 675-685.
- Carroll, K.K.** 1986. Biological effects of fish oils in relation to cronic diseases.*Lipids.* Vol. 21, No. 12, 731-732.
- Cho, S.H., Lee, S. M., Lee, S. M. and Lee, J. H.** 2005. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.) reared under optimum salinity and temperature conditions. *Aquacult. Nutr.* 11, 235-240.
- Cossins, A. R., Christiansen, J. and Prosser, C.L.** 1978. Adaptation of biological membranes to temperature, the lack of homeouiscous adaptation in the sarcoplasmiz reticulum. *Biochem. Biophys. Acta.* 511, 442-454.
- Cowey, C.B. and Sargent, J.R.** 1979. Nutrition fish. *Physiol. VIII.* 1-69.
- Çelik, M.S.** 2000. Su sirkülasyonunun Gökkuşağı alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarında omega-3 yağ asitleri miktarına etkisi. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 24, 605-607.
- Çelikkale, M.S** 1988, İçsu balıkları ve yetiştiriciliği. Cilt I. *Karadeniz Teknik Basımevi.*
- Dabrowski, K.R.** 1982. Reproductive cycle of vendace (*Coregonus albula* L.) in relation to some chemical and biochemical changes in the body. *Hydrobiologia.* 94, 3-15.
- Dyerberg, J.** 1982. Linolenate - derived polyunsaturated fatty acids and prevention of Atherosclerosis. *Nutr. Rew.* 44, 125-134.
- Dyerberg, J.** 1986. Linolenate - derived polyunsaturated fatty acids and prevention of Atherosclerosis. *Nutr. Rew.* 44, 125-134.

- Dörücü, M.** 2000. Changes in the protein and lipid content of muscle, liver and ovaries in relation to *Diphyllbothrium* spp. (Cestoda) infection in Powan (*Coregonus laveretus*) from Loch Lomond, Scotland. *Turk. J. Zool.* 24, 211-218.
- Fajmanova, E., Zelenka, J., Komprda, T., Kladroba, D., Sarmanova, I.** 2003. Effect of sex, growth intensity and heat treatment on fatty acid composition of common carp (*Cyprinus carpio*) fillets. *Czech J. Anim. Sci.* 48,2, 85-92.
- Farkas, T. and Csengeri, I.** 1976. Biosynthesis of fatty acids by the carp, *Cyprinus carpio* L., in relation to environmental temperature. *Lipids.* 11, 401-407.
- Farkas, T., Csengeri, I. And Majoros, F. Et al.** 1978. Metabolism of fatty acids in fish. II. Biosynthesis of fatty acids in relation to diet in the carp. *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture*, 14, 57-65.
- Farkas, T., Csengeri, I. And Majoros, F. and Olah, J.** 1980. Metabolism of fatty acids in fish III. Combined effect of environmental temperature and diet on formation and deposition of fatty acids in the carp. *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758. *Aquaculture.* 20, 29-40.
- Folch, J., Less, M., & Sloane – Stanley, G. U.** 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry.* 226, 497-509.
- Fonseca-Madrigal, J., Karalazos, F., Campbell, P. J., Bell, J. G. and Tocher, D.R.** 2005. Influence of dietary palm oil on growth, tissue fatty acid compositions, and fatty acid metabolism in liver and intestine in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquacult. Nutr.* 11, 241-250.
- Forss, D.A.** 1969. Role of lipids of flavors. *J.Agr. Food Chem.* 17; 681.
- Giese, A., C.** 1968. Cell physiology. *Saunders Co. London.*
- Görgün, S.** 2006. Ergin olmayan ve ergin *Oncorhynchus mykiss*'in (Osteichthyes: Salmonidae) karaciğer, kas dokusu ve gonadlarının total lipid ve total yağ asiti içeriğinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Sivas.*

- Gunstone, D., Frank, J., Harwood, L., and Fred, B. Padley.** 1986. The lipid handbook. *Chapman and Hall Ltd. London.*
- Haliloğlu, H.İ., Aras, N.M., Yetim, H.** 2002. Comparison of muscle fatty acids of three trout species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) raised under the same Conditions. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 26, 1097-1102.
- Haliloğlu, H.İ., Aras, N.M., Yamk, T., Atamanalp, M., Kocaman, E.M.** 2003. Investigation of changes in fatty acid composition at early development stages of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 27. 1105-1109.
- Halkerston, I.D.K.** 1988. Biochemistry. *A Wiley Medical Publication John. Wiley and Sons. New York.*
- Hansen, H.J.M. and Abraham, S.** 1983. influence of temperature, environmental salinity and fasting on the patterns of fatty acids synthesized by gills and liver of the European eel (*Anguilla anguilla*). *Comp. Biochem. Physiol.* Vol. 75B. 4, 581-587.
- Hayashi, K. and Takagi, T.** 1977. Lipid metabolism in fish II. Changes of lipids and fatty acids in the liver of puffer, *Fugu vrmiculare porphyreum*, during starvation. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 28,4 193-201.
- Hazel, J. R. And Prosser, C.L.** 1974. Molecular mechanisms of temperature compensation in poikloterms. *Physiological Reviews* Vol. 54, No:3, 620-677.
- Henderson, R.J. and Sargent, J.R.** 1981. Lipid biosynthesis in rainbow trout (*Salmo gardneri*) fed diets of differing lipid content. *Comp. Biochem. Phys.* 69C, 31-37.
- Higashi, H., Kaneko, T., Ushiyama, M. And Sugihashi, T.** 1964. Effects of dietary lipids on fish under cultivation. II. Effect of ethyl linoleate, linolenate and ethyl esters of polyunsaturated fatty acids on deficiency of essential fatty acids in rainbow trout. *Bull. Japon. Soc. Scient. Fish.* 30, 778-783.

- Holub, D.J. and Holub, B.J.** 2004. Omega-3 fatty acids from fish oils and cardiovascular disease. *Mol. Cell. Biochem.* 263, 217-225.
- Jankowska, B., Zakes, Z., Zmijewski, T., & Szczepkowski, M.** 2003. A comparison of selected quality features of the tissue and slaughter yield of wild and cultivated pikeperch *Sander lucioperca* (L.). *European Food Research and Technology.* 217, 401-405.
- Kalyoncu, L., Kissal, S., Aktümsek, A.** 2009. Seasonal changes in the total fatty acid composition of Vimba, *Vimba vimba tenella* (Nordmann, 1840) in Eğirdir Lake, Turkey. *Food Chemistry.* 116, 728-730.
- Kara, C., Çelik, M.** 2000. Fatty acid composition of gonad tissue in female and male *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) living in Ceyhan river, Kahramanmaraş-Turkey. *Fen ve Müh. Derg.* 3, 1, 160-161.
- Kara, C.** 2001. Sır Baraj Gölü (Kahramanmaraş)'nde yaşayan *Chondrostoma regium* (Hackel, 1843)'un dişi ve erkek bireylerinin kas dokusu yağ asitlerinin değişimi. *Fen ve Mühendislik Dergisi.* 1, 4.
- Kanazawa, A., Teshima, S., Sakamoto, M. and Awal, M. A.** 1980. Requirement of *Tilapia zillii* for essential fatty acids. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 46, 1353-1356.
- Kiessling, A., Pickova, J., Johansson, L., Asgard, T., Storebakken, T., & Kiessling, K.-H. K.-H.** 2001. Changes in fatty acids composition in muscle and adipose tissue of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. *Food Chemistry.* 73, 271-284.
- Kiessling, A., Johansson, L. And Kiessling, K.H.** 1990. Effects of starvation on rainbow trout muscle. *Acta Agric. Scand.* 40, 309-324.
- Kinsella, J.E.** 1987. Summary of needs, in "Seafoods and fish oils in human health and disease" *Pub. Marcel Dekker, Inc. New York*, 234p.
- Konar, V., Canpolat, A., Yılmaz, Ö., Gürsu, F.** 1999. *Capoeta trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus*' un kas dokularındaki total lipit ve yağ asidi miktar bileşimlerinin üreme periyodu süresince değişimi. *Tr. J. of Biology.* 23, 319-330.

- Konar, V., Köprücü, K.** 2002. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) etindeki yağ asidi miktarlarının araştırılması. *F.Ü. Fen ve Müh. Derg.* 14(1), 73-78.
- Kozlova, T.A.** 1998. Lipid class composition of benthic-pelagic fishes (*Cottocomephorus, Cottoidei*) from lake Baikal. *Fish. Physiol. Biochem.* 19, 211-216.
- Lands, W.E.M.** 1985. Fish and Human health. *Acedemic pres. New York.* P. 34-148.
- Lauritzen, I., Blondeau, N., Heurteaux, C., Widmann, C., Romey, G., & Lazdunski, M.** 2000. Polyunsaturated fatty acids are potent neuroprotectors. *The EMBO journal*, 19, 1784-1793.
- Lee, T.H., Lewis, R.A., Robinson, D., Drazen, J.M. and Austen, K.F.** 1984. The effects of a diet enriched in menhaden fish oil on the pulmonary response to antigen challenge. *J.Allergy Clin. Immunol.* 73, 150.
- Lee, T. H., Hoover, R.L., Wiliams, J.D., Sperling, R.J., Ravalese, J., Spur, B.W., Robinson D.R., Corey W., Lewis, R.A., Austen F.K.** 1985. Effect of dietary encirchment with Eicosapentaenoic acids on vitro neutrophil and monocyte leukotriene generation and function. *New. Eng. J. Med.* 24, 312-1217.
- Lee, S-M.** 2001. :Review of the lipid and essential fatty acid requirements of rockfish (*Sebastes schlegeli* ). *Aquacult. Nutr.* 8, 53-58.
- Lin, H., Romsos, D.R., Tack, P.I. and Leveille, G.A.** 1977. Influence of dietary Lipids on lipogenic enzyme activities in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) (Walbaum). *J. Nutr.* 107, 846-854.
- Lombardo, B. L., Hein, G., & Chicco, A.** 2007. Metabolic syndrome: Effect of  $\omega$ -3 PUFA on a model of dyslipidemia, insulin resistance and adiposity. *Lipids.* 42, 427-437.
- Medford, B.A. and Mackay, W. C.** 1978. Protein and lipid Content of gonad, liver and muscle of Northern pike (*Esox lucius* L.) in relation to gonad growth. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 35, 213-219.

- Metin, K., Akpınar, M.A.** 2000. *Cyprinus macrostomus* (HECKEL, 1843)' un gonatlarında total lipit ve yağ asidi miktarının mevsimsel değişimi. **Turk. J. Biol.** 24, 627-634.
- Miller, N.G.A., Hill, M.W. and Smith, M.N.** 1976. Positional and species analysis of membrane phospholipids extracted from goldfish adapted to different environmental temperatures. **Biochem. Biophys. Acta.** 455,644-654.
- Moss, C. W., Lambert, M.A. and Merwin, W.H.** 1979. Comparison of rapid methods for analysis of bacterial fatty acids. **Appl. Microbiol.** 28, 351-363.
- Nanton, D. A., Lall, S. P. and Meniven, M.A.** 2001. Effect of dietary lipid level on liver and muscle lipid deposition in juvenile haddock, *Melanogrammus aeglefinus* L. **Aquacult. Int.** 8, 531-542.
- Neahus, O. W. and Halver, J.C.** 1969. Fish in research . **Academic Press. Newyork.** 135p.
- Rasmussen, R.S., Ostefeld, T.H. and McLean E.** 2000. Growth and feed utilisation of rainbow trout subjected to changes in feed lipid concentrations. **Aquacult. Int.** 8, 531-542.
- Rasoarahona, J.R.E., Barnathan, G., Bianchini, J-P., & Gaydou, E.M.**2005. Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. Macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar. **Food Chemistry**, 91, 683-694
- Reiser, R., Stevenson, B. And Kayama, M., et al.** 1963. The influence of dietary fatty acids and environmental temperature on the fatty acid composition of teleost fish. **J. Amc. Oil Chem. Soc.** 40, 507-513.
- Rodriguez, C., Acosta, C., Badia, P., Cejas, J.R., Santamaria, F.J., & Lorenzo, A.** 2004. Assessment of lipid and essential fatty acids requirements of black seabream (*Spondyliosoma cantharus*) by comparison of lipid composition in muscle and liver of wild and captive adult fish. **Comparative Biochemistry and Physiology.** 139 (B), 619-629.
- Saka, H.** 1996. Beslenen ve aç bırakılan *Salmo gairdnerii* R. (Osteichthyes: Salmonidae)' nin karaciğer ve kas dokusu total lipit ve total yağ asidi içeriğinin araştırılması. **C.Ü. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi.** 53a.

- Sargent, J. R.** 1995. Origins and functions of egg lipids: nutritional implications. In: Bromage, N.R. & Roberts, R.J. (eds) *Broodstock Management and Egg and Larval Quality, Blackwell Sciences Ltd., Oxford.* pp, 353-372.
- Sellner, P.A. and Hazel, J.R.** 1982. Time course of changes in fatty acid composition of gills and liver Rainbow trout (*Salmo gairdnerii*) during thermal acclimation. *The Journal of Experimental Zoology.* 221, 159-169.
- Schulz, C. Knaus, U., Wirth, M. and Rennert, B.** 2005. Effects of varying dietary fatty acid profile on growth performance, fatty acid, body and tissue composition of juvenile pike perch (*Sander lucioperca*). *Aquacult. Nutr.* 11, 403-413.
- Simopoulos, A.P.** 1999. Essential fatty acids in health and chronic disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 70, (supp. 1), 560-569.
- Steffens, W.** 1999. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture.* 151, 97-119.
- Stoll, A.L.** 1999. Omega 3 fatty acids in bipolar disorder: a preliminary double-blind, placebo-controlled trial. *Arch. Gen. Psychiatry.* 56(5), 407-412.
- Şener, E., Yıldız, M., Savaş, E.** 2005. Effects of dietary lipids on growth and fatty acid composition in russian sturgeon (*Acipenser Gueldenstaedtii*) juveniles. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 29, 1101-1107.
- Takeuchi, T., Watanabe, T.** 1977. Requirement of carp for essential fatty acids. *Bull. Japan. Soc. Scient. Fish.* 43, 541-551.
- Takeuchi, T., Watanabe, T. and Ogino, C.** 1978. Supplementary effect of lipids in a high protein diet of rainbow trout. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 44, 677-681.
- Takeuchi, T., Watanabe, T. And Nose, T.** 1979. Requirement for essential fatty acids of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in freshwater environment. *Bull. Japon. Soc. Scient. Fish.* 45, 1319-1323.
- Takeuchi, T., Aral, S., Watanabe, T. And Shimma, Y.** 1980. Requirement of eel (*Anguilla japonica*) for essential fatty acids. *Bull. Japon. Soc. Scient. Fish.* 46, 345-353.
- Takeuchi, T. and Watanabe, T.** 1980. Effect of polyunsaturated fatty acids in the growth of rainbow trout, chum salmon and coho salmon. *Oral*

- presentation at the annual meeting of Japon. Soc. Scient. Fish.* In October.
- Tocher, D. R., Fonseca-Madrigal, J., Dick, J.R., Ng, W-K., Bell, J. G., Campbell, P. J.** 2004. Effects of water temperature and diets containing palm oil on fatty acid desaturation and oxidation in hepatocytes and intestinal enterocytes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comp. Biochem. Physiol.* 137B, 49-63.
- Uysal, İ., Çalkı, Ş., Çelik, U.** 2002. Kültür şartlarında ekstruder pelet yemle beslenen Abant alabalığı (*Salmo trutta abanticus* T., 1954) ile Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1972)'nın biyokimyasal kompozisyonları. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 19, 3-4, 447-454.
- Van den Thillart, G. and Bruin, G.** 1981. Influence of environmental temperature on mitochondrial membranes. *Biochem. Biophys. Acta.* 640, 439-497.
- Van den Thillart, G., Vianen, G. And Zaagsma, J.** 2002. Adrenergic regulation of lipid mobilization in fishes; a possible role in hypoxia survival. *Fish. Physiol. Biochem.* 27, 189-204.
- Vlaming, V.L.D., Kuris, A. And Parker, F.R.** 1978. Seasonal variations of reproduction and lipid reserves in some subtropical cyprinodontids. *Trans. Ame. Fish. Soc.* 107,3, 464-472.
- Viola, S. and Amidan, G.** 1978. The effects of different dietary oil supplements on the composition of carp's body fat. *Bamidgeh.* 30, 4, 104-109.
- Watanabe, T.** 1982. Lipid nutrition in fish. *Comp. Biochem. Physiol.* 73B, 1, 3-15.
- Watkins, B. A., Li, Y., Lippman, H. E., & Feng, S.** 2003. Modulatory effect of omega-3 polyunsaturated fatty acids on osteoblast function and bone metabolism. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids.* 68, 387-398.

- Watkins, B. A., Li, Y., Lippman, H. E., Feng, S.** 2003. Modularatory effect of omega-3 polyunsaturated fatty acids on osteoblast function and bone metabolisim. *Prostag. Lenkotr. Ess.* 68, 387-398.
- Watson, J., Mathok, R., Wijelath, E., Capell. H.A., Gillespie, J., Simith, J. And Byars, M.L.** 1990. Mechanism of action of polyunsaturated fatty acids in rheumatoid arthritis. *Biochem. Soci. Trans.* 18, 284-285.
- Wodtke, E.** 1978. Temperature adaptation of biological membranes. The effects of acclimation temperature on the unsaturation of the main neutral and charged phospholipids in mitochondrial membranes of the carp (*Cyprinus carpio*). *Biochim. Biophys. Acta.* 640, 689-709.
- Yaqoop, P.** 2004. Fatty acids and the immune system: from basic science to clinical applications. *P. Nutr. Soc.* 63, 89-104.
- Yeşilayer, N., Doğan, G., Erdem, M.** 2008. Balık yemlerinde doğal karotenoid kaynaklarının kullanımı. *Jour. Fish. Sci.* 2(3), 241-251.
- Yıldız, M., Şener, E.** 2004. The effect of dietary oils of vegatable origin on the performance, body composition and fatty acid profiles of sea bass (*Dicentrarchus labrax L. 1758*) juveniles. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 28, 553-562.
- Yu, T.C. and Sinnhuber, R.O.** 1979. Effect of dietary  $\omega$ 3 and  $\omega$ 6 fatty acids on growth and feed conversion efficiency of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture.* 16, 31-38.
- Yücecan, S., Baykan, S.** 1981. Food Chemistry, Food Control and Analyses (in Turkish). İstanbul. *M.E.B. Temel Ders Kitabı.* 5, 51-53.
- Zengin, H., Akpınar, M.A.** 1999. Farklı iki yemle beslenen *Oncorhynchus mykiss*’ in kas dokusu total lipit ve total yağ asidi içeriği. *S. D. Ü. Eğirdir Su Ürün. Fak. Derg.* 6. 78-79.
- Zengin, H., Akpınar, M.A., Vural, N.** 2003. *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792’ in gelişimi sırasında yağ asit kompozisyonunda meydana gelen değişimler. *S. D. Ü. Eğirdir Su Ürün. Fak. Derg.* 2, 10, 64-71.

**Zengin, H., Akpınar, M.A.** 2006. Fatty acid composition of *Oncorhynchus mykiss* during embryogenesis and other developmental stages. ***Biologia, Bratislava.*** 61, 3-1.

## **6. ÖZGEÇMİŞ**

28.02.1986 yılında Sivas'ta doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini Sivas'ta tamamlamıştır. 2003 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nü kazanmış ve 2007 yılında mezun olmuştur. Mezun olduğu yıl 2007' de Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü'nde Genel Biyoloji Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Programını kazanmıştır.