

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

**ERGİN OLMAYAN VE ERGİN *ONCORHYNCHUS MYKISS*'İN**  
**(OSTEICHTHYES: SALMONIDAE) KARACİĞER, KAS DOKUSU VE**  
**GONATLARININ TOTAL LİPİT VE TOTAL YAĞ ASİDİ İÇERİĞİNİN**  
**BELİRLENMESİ**

**Salih GÖRGÜN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN**

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

171232

**ERGİN OLMAYAN VE ERGİN  
ONCORHYNCHUS MYKISS'İN  
(OSTEICHTHYES: SALMONIDAE)  
KARACİĞER, KAŞ DOKUSU VE GONATLARININ  
TOTAL LİPİT VE TOTAL YAĞ ASIDI İÇERİĞİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Salih GÖRGÜN  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI  
2006**

**ERGİN OLMAYAN VE ERGİN *ONCORHYNCHUS MYKISS*'İN  
(OSTEICHTHYES: SALMONIDAE) KARACİĞER, KAS DOKUSU VE  
GONATLARININ TOTAL LİPİT VE TOTAL YAĞ ASİDİ İÇERİĞİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Salih GÖRGÜN  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**2006**

## FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

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

Başkan

Prof. Dr. M. Ali AKPINAR

Üye

Doç. Dr. Atalay SÖKMEN

Üye

Doç. Dr. Nursevhan ÖZTOPRAK

Üye

.....

Üye

.....

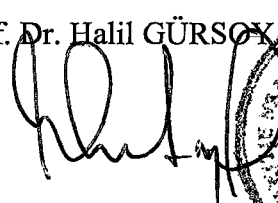
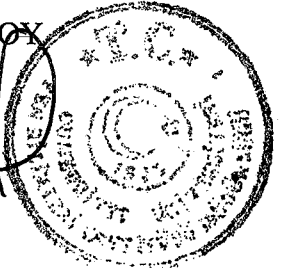
**ONAY**

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

30.01.2006

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Prof. Dr. Halil GÜRSOY

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 05 / 01 / 1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 30 / 12 / 1993 tarihinde C. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nce hazırlanan ve yayınlanan " Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Kılavuzu" adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	iii
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vii
TABLolar DİZİNİ	viii
KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE METOD	22
2.1. Materyal Seçimi	22
2.2. Örneklerin Diseke Edilmesi	22
2.3. Örneklerin Özütleme	22
2.3.1. Toplam Lipit Eldesi	22
2.3.2. Toplam Yağ Asidi Eldesi	23
2.3.3. Yağ Asitlerinin Metil Esterlerinin Eldesi	23
2.3.4. Yağ Asitlerinin Analizi	23
2.4. Verilerin Değerlendirilmesi	24
3. BULGULAR	25
3.1. Erginleşmiş ve Erginleşmemiş <i>O. mykiss</i> Erkek ve Dişilerinin Karaciğer Toplam Lipit ve Toplam Yağ Asidi Miktarları	28
3.2. Erginleşmiş ve Erginleşmemiş <i>O. mykiss</i> Erkek ve Dişilerinin Kas dokusu Toplam Lipit ve Toplam Yağ Asidi Miktarları	30
3.3. Erginleşmiş ve Erginleşmemiş <i>O. mykiss</i> Erkek ve Dişilerinin Gonatlarının Toplam Lipit ve Toplam Yağ Asidi Miktarları	32
3.4. Erginleşmiş ve Erginleşmemiş <i>O. mykiss</i> 'lerin Beslendikleri Ticari Yemlerin (4 ve 6 Numara Pelet Yem) Yağ Asit Bileşimleri	35
3.5. Erginleşmiş ve Erginleşmemiş <i>O. mykiss</i> Erkeklerinin Karaciğer Yağ Asit Bileşimleri	39
3.6. Erginleşmiş ve Erginleşmemiş <i>O. mykiss</i> Dişilerinin Karaciğer Yağ Asit Bileşimleri	41

3.7. Erginleşmiş ve Erginleşmemiş <i>O. mykiss</i> Erkeklerinin Kas Dokusu Yağ Asit Bileşimleri	44
3.8. Erginleşmiş ve Erginleşmemiş <i>O. mykiss</i> Dişilerinin Kas Dokusu Yağ Asit Bileşimleri	48
4. TARTIŞMA ve SONUÇ	52
5. KAYNAKLAR	62
6. ÖZGEÇMİŞ	70
7. YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİ İNCELENEN DOKULARIN GAZ KROMATOĞRAFİSİ METİL ESTERLERİNE AİT KROMATOGRAM ÖRNEKLERİ	71



**ÖZET**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ERGİN OLMAYAN VE ERGİN *ONCORHYNCHUS MYKISS*'İN  
(OSTEICHTHYES: SALMONIDAE) KARACİĞER, KAS DOKUSU VE  
GONATLARININ TOTAL LİPİT VE TOTAL YAĞ ASİDİ İÇERİĞİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Salih GÖRGÜN**

**Cumhuriyet Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı**

**Danışman**

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

Bu çalışma ergin ve ergin olmayan *Oncorhynchus mykiss* eşeylerinin karaciğer, kas ve gonatlarındaki total lipit ve total yağ asit miktarlarındaki değişim ile karaciğer ve kas dokusu yağ asit bileşimlerini araştırmak için tasarlanmıştır. Yağ asit analizleri Gaz Kromatografisi (GC) ile yapılmıştır.

Ergin ve ergin olmayan *O. mykiss*'lerin incelenen dokularında total lipit ve total yağ asidi miktarlarının farklı olduğu bulunmuştur.

Ergin ve ergin olmayan balıkların karaciğer yağ asit bileşimleri kalitatif açıdan fark göstermemesine rağmen, kantitatif farkların olduğu gözlenmiştir. Tüm eşeylerin karaciğerlerinde en fazla bulunan yağ asitlerinin, doymuş yağ asitleri formunda (DYA) palmitik asit (C16:0), tek çift bağ içeren yağ asitleri formunda (TÇD<sub>m</sub>YA) oleik asit (C18:1 n-9), n-6 formu aşırı doymamış yağ asitlerinde (AD<sub>m</sub>YA) linoleik asit (C18:2 n-6) ve n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinde dokosaheksaenoik asit (C22:6 n-3) olduğu bulunmuştur.

Ergin ve ergin olmayan eşeylerin kas dokusu yağ asit bileşimleri de kalitatif fark göstermemesine rağmen kantitatif farklar göstermiştir. Kas dokusunda en fazla bulunan yağ asitlerinin karaciğerde olduğu gibi DYAs'leri



formunda C16:0, TÇD<sub>m</sub>YA'leri formunda C18:1 n-9, n-6 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinde C18:2 n-6 ve n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinde C22:6 n-3 olduğu bulunmuştur.

İnsan sağlığı açısından çok önemli bir parametre olan n-3/n-6 oranının erginleşmemiş balıkların karaciğer ve kas dokularında erginlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum göz önüne alındığında, insanlar tarafından erginleşmemiş balıkları tüketmenin daha sağlıklı olabileceği çıkarsanabilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Oncorhynchus mykiss*, karaciğer, kas, gonad, total lipit, yağ asitleri.

**SUMMARY  
MSc THESIS**

**DETERMINATION OF TOTAL LIPID AND TOTAL FATTY ACID  
CONTENT OF LIVER, MUSCLE TISSUE and GONADS OF MATURE  
and IMMATURE *ONCORHYNCHUS MYKISS***

**Salih GÖRGÜN**

**Cumhuriyet University**

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

**Supervisor**

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

This study was designed to examine the variations in the total lipid and total fatty acid contents of mature and immature *Oncorhynchus mykiss* livers, muscles, and gonads together with fatty acid compositions of liver and muscles. Fatty acid analyses were carried out by Gas Chromatography (GC).

The total lipid and total fatty acid amounts were found to be different in the examined tissues of both mature and immature *O. mykiss*.

Although liver fatty acid compositions of mature and immature fishes do not show any qualitative difference, it was observed that there are quantitative differences between them. It was found that fatty acids which are the most abundant in the liver of all sexes are C16:0 in saturated form of fatty acids (SFAs), C18:1 n-9 in monounsaturated form of fatty acids (MUFAs), C18:2 n-6 in n-6 form poly unsaturated form of fatty acids (PUFAs) and C22:6 n-3 in n-3 form of PUFAs.

Although muscle tissue fatty acid composition of mature and immature sexes did not also show qualitative differences in contrast it showed quantitative differences. As found in liver, it was found that fatty acids which are the most

abundant in the muscle tissue are C16:0 in form of SFAs, C18:1 n-9 in form of MUFAs, C18:2 n-6 in n-6 form of PUFAs and C22:6 n-3 in n-3 form of PUFAs.

It was observed that n-3/n-6 ratio which is a very important parameter in terms of human health is higher in the liver and muscle tissues of immature fishes than mature ones. Taking account this situation, it may concluded that it is healthier to consume the immature fishes by human.

**Key Words:** *Oncorhynchus mykiss*, liver, muscle, gonad, total lipid, fatty acids.



## TEŞEKKÜR

Bu tez konusunun seçiminde ve tez çalışması süresince değerli bilgi ve yardımlarını esirgemeyen, bilimsel yaklaşımları ve yapıcı eleştirileri ile her an yardımlarını gördüğüm Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Ali AKPINAR'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yağ asitleri metil esterlerinin analizinde destek veren Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Bülent ŐEN'e tez çalışmalarımı yaptığım Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümü tüm akademik ve idari personeline sağladıkları olanak ve yardımlarından ötürü teşekkür ederim.

## TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 1.</b> Toplam lipit ve toplam yağ asidi özütlemesinde kullanılan <i>O. mykiss</i> 'lerin boy (cm) ve ağırlıkları (g)	26
<b>Tablo 2.</b> Toplam lipit ve toplam yağ asidi özütlemesinde kullanılan <i>O. mykiss</i> 'lerin karaciğer, kas dokusu ve gonatlarının toplam ağırlıkları (gr)	26
<b>Tablo 3.</b> Erginleşmiş ve erginleşmemiş <i>O. mykiss</i> 'lerin beslendikleri yem hammadde içerikleri	27
<b>Tablo 4.</b> Erginleşmiş ve erginleşmemiş <i>O. mykiss</i> erkek ve dişilerinin karaciğer toplam lipit ve toplam yağ asidi miktarları	29
<b>Tablo 5.</b> Erginleşmiş ve erginleşmemiş <i>O. mykiss</i> erkek ve dişilerinin kas dokusu toplam lipit ve toplam yağ asidi miktarları	31
<b>Tablo 6.</b> Erginleşmiş ve erginleşmemiş erkek ve dişi <i>O. mykiss</i> 'lerin gonadal toplam lipit ve toplam yağ asidi miktarları	34
<b>Tablo 7.</b> Erginleşmemiş ve erginleşmiş <i>O. mykiss</i> 'lerin beslendikleri yemlerin (Pelet 4 ve 6 Numara) yağ asit bileşimleri	36
<b>Tablo 8.</b> Erginleşmemiş ve erginleşmiş <i>O. mykiss</i> erkek ve dişilerinin karaciğer yağ asit bileşimlerinin beslendikleri yemlerin yağ asit bileşimleri ile karşılaştırılması	42
<b>Tablo 9.</b> Erginleşmiş ve erginleşmemiş <i>O. mykiss</i> erkek ve dişilerinin karaciğer yağ asit formları ve yem yağ asit formlarının karşılaştırılması	44
<b>Tablo 10.</b> Erginleşmiş ve erginleşmemiş <i>O. mykiss</i> erkek ve dişilerinin kas dokusu yağ asit bileşimlerinin beslendikleri yemlerin yağ asit bileşimleri ile karşılaştırılması	47
<b>Tablo 11.</b> Erginleşmiş ve erginleşmemiş <i>O. mykiss</i> erkek ve dişilerinin kas dokusu yağ asit formlarının beslendikleri yem yağ asit formları ile karşılaştırılması	50

## KISALTMALAR

---

C12:0	Dodekanoik asit (laurik asit)
C14:0	Tetradekanoik asit (miristik asit)
C14:1	Tetradekenoik asit ((miristoleik asit)
C15:0	Pentadekanoik asit
C15:1	Pentadekenoik asit
C16:0	Heksadekanoik asit (palmitik asit)
C16:1	Heksadekenoik asit (palmitoleik asit)
C16:2	Heksadekadienoik asit
C17:0	Heptadekanoik asit
C17:1	Heptadekenoik 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	Erikosenoik asit
C20:2	Eikosadienoik asit
C20:3	Eikosatrienoik asit
C20:4	Eikosatetraenoik asit (arakidonik asit)
C20:5	Eikosapentaenoik asit
C21:0	Heneikosanoik asit
C22:0	Dokosanoik asit (behenik asit)
C22:1	Dokosenoik asit
C22:2	Dokosadienoik asit
C22:4	Dokosatetraenoik asit
C22:5	Dokosapentaenoik asit
C22:6	Dokosaheksaenoik asit
C24:1	Tetrakosenoik asit (nervonik asit)

DYA	Doymuş Yağ Asidi
TÇD <sub>m</sub> YA	Tek Çift Bağ İçeren Doymamış Yağ Asidi
AD <sub>m</sub> YA	Aşırı Doymamış Yağ Asidi
LDL	Düşük Densiteli Lipoprotein
HDL	Yüksek Densiteli Lipoprotein
KOH	Potasyum Hidroksit
N <sub>2</sub>	Azot gazı
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sülfürik Asit
BF <sub>3</sub>	Boron Trifluoride
NaCl	Sodyum Klorür



## ŞEKİLLER DİZİNİ

		<u>Sayfa No</u>
Şekil 1	Gaz kromatografisi standart yağ asidi metil esterleri kromatogramı	71
Şekil 2	Pelet 4 numara yem yağ asidi metil esterleri kromatogramı	72
Şekil 3	Pelet 6 numara yem yağ asidi metil esterleri kromatogramı	73
Şekil 4	Ergin olmayan erkek karaciğer yağ asidi metil esterleri kromatogramı	74
Şekil 5	Ergin dişi karaciğer yağ asidi metil esterleri kromatogramı	75
Şekil 6	Ergin erkek karaciğer yağ asidi metil esterleri kromatogramı	76



## 1. GİRİŞ

Yüzde 75' i sularla kaplı olan dünyamızda balıklar ve diğer su ürünleri kendi ekolojik çevrelerinde oldukları kadar, insan beslenmesinde de vazgeçilmez unsurlardır. İnsanoğlu için tarihin eski dönemlerinden beri ön plana çıkan aquatik organizmalar balıklar olmakla birlikte, bunlar içerisinde ise tarımsallaştırılabilen veya kültürü yapılabilen, balık populasyonları olmuştur. Bu populasyonlar beslenmenin yanı sıra, ekonomik anlamda da önem arz etmektedirler. Dolayısıyla bu şekilde kullanışlı olan balık populasyonlarının yetiştirilme şartları, biyolojileri, besinsel istekleri, kendi vücutlarında içerdikleri ve insan sağlığına-gelişimine katkıda bulunacak olan bazı besinlerin biyokimyasal parametrelerinin bilinmesinde faydalar vardır.

*Salmonidae* familyasına ait olan alabalık türleri bu açıdan dünyada olduğu kadar ülkemizde de tercih edilen ve yetiştiriciliği yapılan balık populasyonları olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Özellikle *Oncorhynchus mykiss* (gökkuşuğu alabalığı) kültürü, Türkiye'de hızla gelişmekte olan ve ekonomik öneme sahip bir türdür.

Balık yetiştiriciliğinde ana amaç, ekonomik olmak koşulu ile balığın en kısa sürede en yüksek ağırlığa ulaştırılmasıdır. Bunun için de, belirlenen çevre koşullarında canlının metabolik gereksinimlerinin optimal olarak sağlanması gerekmektedir (Çelikkale, 1988).

Pubertenin kemikli balıklarda daha iyi anlaşılması ve kontrolü, balık üremesinin temel biyolojisinin yanı sıra aqua-kültür ve balık çiftçiliği için büyük önem taşımaktadır. Örneğin, mersin balığı ve tuna gibi balık türlerinde olgunluğa erişmek birçok yıl almaktadır. Diğer taraftan, salmonidler, sazan ve Atlantik cod gibi türlerde gözlenen erken gelişmiş olgunlaşma olgusu, gelişimin engellenmesine ve düşük et kalitesine neden olabilir ve bu yüzden aqua-kültür için bir problem olabilmektedir. Puberte başlangıcının zamanlaması fotoperiyot, su sıcaklığı, yiyecek ulaşılabilirliği, yağış, somatik gelişim, gonadal durum gibi bazı dış ve iç faktörler tarafından belirlenir. Kemikli balıklarda belirleyici bir iç faktör tanımlanamamasına rağmen, eşey steroidleri, insulin-benzeri gelişim faktörü-I (IGF-I) ve leptin gibi birkaç faktör bunun için önerilmiştir. Son

zamanlarda, memelilerde adipositler tarafından üretilen bir hormon olan leptin'in, lipit depolarının akümülyasyonu ve pubertenin başlangıcı arasında bir sinyal olduğu önerilmiştir. Kemikli balıklarda, memelilerde olduğu gibi, yağ deposunun eşeyssel olgunlaşmayı etkilediği bildirilmiştir (Okuzawa, 2002).

Puberte, eşeyssel gelişimin tam olarak oluştuğu ve ergin olmayan hayvanın ilk defa üreme yeteneğini kazandığı süreçtir. Başka bir deyişle, omurgalılarda puberte, eşeyssel olgunlaşmamış ergin olmayan evre ve üreme açısından eşeyssel olgunlaşmış ergin evre arasındaki geçiş periyodudur. Bu periyot gametogenezin başlaması ile belirir ve eşeyssel olgunluğa erişmekle üreme yeteneğinin kazanılmasıyla son bulur. Dolayısıyla pubertenin başlangıcında, gonadal eşey farklılaşmaları meydana gelir. Erkeklerde spermatogenezin başlaması ve dişilerde ise vitellojenik ovaryum gelişimi ile karakterize edilir (Holland ve ark., 2000; Okuzawa, 2002).

Çevresel faktörler daha baskın olmak kaydıyla, hormonal manipulasyonlar suretiyle de hayvanın eşeyssel olgunluğa ulaşma süresi yapay olarak kontrol edilebilir. Örneğin, Okuzawa (2002) tarafından bildirildiğine göre, bu tip çalışmalar salmonidler, cyprinidler, turbot, cod gibi aqua-kültür için önemli olan balık türleri ile yapılmaktadır. Salmonidlerde, fotoperiyodun manipulasyonu, pubertenin başlamasını ilerletmek veya geciktirmek için kullanılabilir. Ayrıca Holland ve ark. (2000) tarafından kültüre edilmiş ve yabani *Morone saxatilis* üzerinde yapılmış olan bir çalışmada, evcilleştirmenin eşeyssel erginleşmenin hızlanmasına yol açabileceği bildirilmiştir. Fakat besinsel elementler arasından sadece lipit türünden unsurların pubertenin başlangıcına etki ettiği rapor edilmiştir.

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan 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 amino asitleri içermesi, dengeli bir beslenme aracı olduğunu kanıtlar. Aynı zamanda, beslenmede önemli bir faktör olduğu bilinen organik fosfor bileşikleri olan fosfolipidler yönünden zengin olması, alabalığın besin değerini daha da artırmaktadır. Balık etinin lezzetli olması ve özellikle kalp-damar hastalıklarında

önemli farmakolojik etkilere sahip olması, bileşimlerindeki lipitlerden ve yağ asitlerinden kaynaklanmaktadır (Yaşar, 1981; Kinsella, 1987).

Besinsel lipitler, hem temel yağ asitlerinin hem de enerjinin sağlanması için balıkta önemli bir rol oynar. Besinsel lipitler yağda çözülebilir vitaminlerin de taşıyıcıları olup, hücre membranlarının önemli yapısal bileşenleri olan polar lipit ve steroller gibi diğer bileşikler kapsarlar (Lee, 2001).

Temel yağ asitleri gelişim, onarım ve birçok fizyolojik sürecin uygun fonksiyon yapması için gerekli olan ve hayvanlar tarafından yetersiz miktarlarda sentezlenen veya sentezlenemeyen yağ asitleridir. Balıklar, diğer hayvanlar gibi, asetattan palmitik asidi sentezleme yeteneğindedirler ve oleik asitten linoleik asit ve linolenik asidin oluşumunda gerekli olan desaturazları içermezler. Bu yüzden, balık lipitlerindeki n-3 veya n-6 formu aşırı doymamış yağ asitleri (AD<sub>m</sub>YA) nihai olarak bitkilerde oluşturulanlardan köken alır (Lee, 2001).

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, n-6 formu bir AD<sub>m</sub>YA'dır. C18:3, n-3 formu bir AD<sub>m</sub>YA'dır. Her iki temel yağ asidi, n-6 ve n-3 formu AD<sub>m</sub>YA ailelerini meydana getiren hayvan hücrelerinde daha fazla uzatılıp, doyurulabilir. Her iki yolun aynı enzim setlerini kullanması nedeniyle n-6 ve n-3 formu yağ asitlerinin metabolizması yarışlıdır. n-6 yolunun temel son ürünü arakidonik asittir (C20:4 n-6). Bu yol miktarsal olarak, insanlardaki AD<sub>m</sub>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 n-3'ten daha büyük miktarlarda tüketilirler. n-3 yolunun temel son ürünleri eikosapentaenoik asit (EPA veya C20:5 n-3) ve dokosaheksaenoik asittir (DHA veya C22:6 n-3) (Yaşar, 2004). Bitkiler, 3 çift bağ ve 18 karbon atomuna sahip bir n-3 formu yağ asidi olan C18:3'ün farklı miktarlarını içermesine rağmen, bitkisel yiyecekler ve sebze yağları C22:5 n-3 ve C22:6 n-3'den yoksundurlar (Holub ve Holub, 2004).

Balıklardaki n-3 formu AD<sub>m</sub>YA, temel olarak C22:5 n-3 ve C22:6 n-3'den oluşur. Fok yağları gibi belirli deniz memeli kaynaklarındaki yağ asitlerinin % 5'

ine kadar dokosapentaenoik asidi (DPA) temsil etmelerine rağmen, balık ve balık yağlarında daha az miktarlarda DPA bulunur (Holub ve Holub, 2004).

n-3 formu yağ asitlerinin öncüsü olan  $\alpha$ -linolenik asit, uzun zincirli n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerine dönüştürülebilir ve bu yüzden balık yağında yer değiştirebilir. Faydalı etkiler için gereksinilen uzun zincirli n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinin minimum alınımı, diğer yağ asitlerinin alınımına bağlıdır. Linoleik asidin  $\alpha$ -linolenik aside oranı kadar, besinsel linoleik asit miktarlarının  $\alpha$ -linolenik asidin uzun zincirli n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerine metabolizması için önemli olduğu görünmektedir. Paleolitik beslenme ve modern günümüz avcı-toplayıcı toplumlardaki çalışmalardan tahmin edildiğine göre insanoğlunun, günümüz besinindekinden daha az miktarda doymuş yağ asitleri (DYA) ve *trans* yağ asitlerini ve ayrıca n-6/n-3 oranının düşük ve hemen hemen eşit miktarlarını içeren bir besini tüketmeyi geliştirdiği görünmektedir. Günümüz batılı besin, daha düşük serum kolesterol derişimi için n-6 formu yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerinin yerine geçtiği rasgele tavsiyesinden dolayı, n-6 formu yağ asitleri açısından zengindir. n-3 formu yağ asitlerinin alınımı balık tüketimindeki düşüş ve n-6 formu yağ asitlerini içeren tahıllar açısından zengin hayvan besinlerinin endüstriyel kullanımı nedeniyle düşüktür. Aynısı kültüre edilmiş balık ve yumurtalar için doğrudur (Simopoulos, 1999).

Batılı diyetlerdeki n-6 formu yağ asitlerinin miktarlarının artırılması C20:4 n-6'dan eikozanoid metabolik ürünleri olan prostaglandinler, tromboksanlar, lökotrienler, hidroksi yağ asitleri ve lipoksinleri yüksek miktarlarda oluşturur. n-3 formu yağ asitleğinden özellikle C22:5 n-3 üzerinden bu ürünler oluşturulsalar bile n-6 formu yağ asitleri tarafından oluşturulan miktarlar kadar fazla oluşturulmaz. C20:4 n-6'dan açığa çıkan eikozanoidler biyolojik olarak küçük miktarlarda aktiftirler ve daha büyük miktarlarda oluşturulurlarsa alerjik ve yangısal bozukluklar ve hücre proliferasyonunun oluşumuna katkı yaparlar. Bu yüzden, n-6 formu yağ asitlerince zengin bir diyet, kan akışkanlığı, vazospazm, vazokonstriksiyondaki artışlar ve kanama zamanındaki düşüşler ile protrombik ve proagregatör olan birisi için fizyolojik durumu değiştirir. Geçmiş 20 yılda yapılan birçok çalışma ve klinik araştırma genelde AD<sub>m</sub>YA'lerinin ve belirgin olarak n-3

formu yağ asitleri üzerine teşkil edilmiştir. Bugün n-3 formu yağ asitlerinin normal büyüme ve gelişme için temel olduğunu ve koroner arter hastalığı, hipertansiyon, diyabet, artrit, diğer yangısal ve oto-ümmün bozukluklar ve kanserin tedavisinde ve önlenmesinde önemli bir rol oynayabileceği bilinmektedir (Simopoulos, 1999).

Kardiyovasküler hastalıklar, batı dünyasındaki ölümlerin büyük kısmını oluşturur. Genelde besinsel çalışmalar, üç temel yağ asit sınıfı olan doymuş yağ asidi (DYA), AD<sub>m</sub>YA ve tek çift bağ içeren doymamış yağ asidi (TÇD<sub>m</sub>YA) açısından yağın alınımını ve etkisini incelemeye yönelmiştir. Şimdi aynı sınıf içerisindeki bireysel yağ asitlerinin, kardiyovasküler hastalık riski üzerine çok farklı etkilere sahip oldukları kabul görmektedir. DYA ile ilgili olarak, laurik (C12:0), miristik (C14:0) ve palmitik (C16:0) asidin, 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 t9) LDL-kolesterol seviyesini yükseltip, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL)-kolesterol seviyelerini düşürürken, oleik asit (C18:1) gibi TÇD<sub>m</sub>YA, LDL-kolesterolü düşürür ve HDL-kolesterol üzerine nötral bir etkiye sahiptir (Cantwell, 2000).

Kardiyovasküler hastalıklar ve bununla bağdaştırılmış bozuklukların önlenmesinde balık yağlarında bulunan ω:3 (*omega-3*) veya n-3 formu yağ asitlerinin rolü hakkında gerek bilimsel, gerek klinik ve gerekse halk açısından belirgin bir ilgi oluşmuştur (Holub ve Holub, 2004). C22:5 n-3 ve C22:6 n-3 gibi deniz kökenli AD<sub>m</sub>YA'lerinin triaçilgliserol düşürücü etkisi de genel olarak kabul edilmektedir (Cantwell, 2000).

α-Linolenik asit ve linoleik asit açısından zengin bitkisel yağlar ve C22:6 n-3, C22:5 n-3 açısından zengin olan balık yağlarıyla yapılan beslenme denemeleri, n-3 formu yağ asitlerinin n-6 formalarına göre sağlık açısından daha etkin olduğunu, özellikle balık yağlarının bu konuda daha etkin olduğunu göstermiştir (Simopoulos, 1999; Holub ve Holub, 2004). α-Linolenik asit desteği sonrasında plazma ve trombosit fosfolipitlerindeki uzun zincirli n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinde bir artış ve trombosit kümeleşmesinde bir düşüş var olduğu da

gözlenmiştir. Batı ülkelerindeki besinler, kolesterol düşürücü etkisi için reklam edilmekte olan daha geniş miktarda linoleik asit içermektedir. Besinsel linoleik asidin, LDL kolesterolünün oksidatif modifikasyonunu desteklediği, kümeleşme için trombosit cevabını artırdığı ve immün sistemi baskıladığı kabul edilmektedir (Simopoulos, 1999).

Balık yağlarının dezavantajlı bir durumuysa sıçanlarda, demir metabolizması üzerine yapılan bir çalışmada tartışılmıştır. Buna göre, balık yağı veya n-3 formu AD<sub>m</sub>YA açısından zengin besinlerin, plazma ve membranların  $\alpha$ - tokoferol içeriğini düşürdüğü ve oksidatif stresi artırdığı gösterilmiştir. Oysa zeytinyağı açısından zengin besinler, peroksidasyon hızını ve serbest radikallerin üretimini düşürmektedir. Aynı çalışmada, zeytinyağı açısından zengin bir diyetle beslenen sıçanlarla kıyaslandığında balık yağı ile beslenen sıçanların, karaciğer ve dalaklarındaki hem içermeyen demir depolarında bir düşüş gözlenmiştir (Miret ve ark., 2003).

Laboratuvar hayvanlarında immün fonksiyon üzerine besinsel yağların etkisini araştıran çalışmalar, DYA'leri ve n-6 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinin lenfosit proliferasyonu, sitokin üretimi veya doğal öldürücü aktivitesi üzerine az etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Buna karşın, oleik asit (zeytinyağından) ve n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinin (balık yağından) hem lenfosit aktivasyonunu hem de doğal öldürücü hücre aktivitesini önledikleri kanıtlanmıştır. Ek olarak, balık yağının lenfositler ve makrofajlar yoluyla yangı oluşturucu sitokinlerin üretimini önlediği, lenfositler tarafından adezyon moleküllerinin ekspresyonunu düşürdüğü ve lenfositlerin makrofaj mono-layerlere ve endotelial hücrelere adezyonunu düşürdüğü kanıtlanmıştır (Yaqoob, 2004).

Bazı çalışmalar n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinin bağışıklık düzenleyici etkilerini kanıtlanmasına karşın, bunların C22:5 n-3 veya C22:6 n-3 yada bu iki yağ asidinin birleşik etkisiyle bağdaştırılıp bağdaştırılmayacağı henüz belirgin değildir. Bildirilerdeki tutarsızlıklara rağmen, n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinin bağışıklık düzenleyici etkileri altında yatan mekanizmanın, bu yağ asitlerinin yeni karakterize edilmiş nükleer reseptörler ve bağışıklık, yangıyla ilişkilendirilen



hedef genleri etkilemeleriyle başardıkları spekülasyonuna yol açmıştır (Yaqoob, 2004).

Temel yağ asitleri sinaptik membranların temel bileşenleridir ve sinyal transdüksiyonu dahil nörolojik fonksiyonda vazgeçilmez bir rol oynadıklarına inanılmaktadır (Holub ve Holub, 2004). Bilindiği gibi, serebral hücre membranları, sentezlenemeyen ve diyetten kazanılması gereken belirli AD<sub>m</sub>YA'lerinden oluşur. Bu yüzden, hücre membranlarındaki AD<sub>m</sub>YA anormallikleri, membran mikro yapısını değiştirebilir ve o zaman anormal sinyal transdüksiyonuna ve bağışıklıksal düzenlenmeye yol açar (Su ve ark., 2003).

AD<sub>m</sub>YA'lerinin epileptik nöbetler, depresyon, bipolar veya diğer davranışsal bozukluklar gibi çeşitli beyin fonksiyonları üzerine faydalı etkilere sahip olabilecekleri yönünde bazı veriler vardır. Bu yağ asitlerinin kardiyak ve nöral uyarılabilirliği düşürerek faydalı etkiler sarf ettikleri görünmektedir. Bu etki için açık yollar, bu uyarılabilirliğin altında yatan nörotransmitter reseptörleri ve iyon kanallarıdır. Linolenik asidin iskemi uyarımlı nöral ölümü ve kainate uyarımlı nöbetler ve nöral ölümü önlediği belirlenmiştir. Palmitik asidin bu aktivitelerden yoksun olduğu ve AD<sub>m</sub>YA'lerinin bu etkiyi glutamaterjik transmisyonu önleyerek nöral ölümü blokladıklarını ve sinir-koruyucu etkilerinin en azından bir kısmının K<sup>+</sup> iyon kanalı açma ile ilişkili olabileceği belirlenmiştir (Lauritzen ve ark., 2000).

Son araştırmalar, AD<sub>m</sub>YA'lerinin tip ve miktarının kültürdeki osteoblastik hücre fonksiyonlarına ve hayvan modellerinde kemik oluşumuna etki ettiklerini belirtmiştir. Kemik, vücut için bir destek çerçevesi sağlaması yanında kalsiyumun fizyolojik dengesini korumayı da sağlar. Asidik fosfolipidlerin gelişim plağında kıkırdak mineralizasyonunu kolaylaştırdığı ve prostaglandinlerin kemik oluşumu ve rezorpsiyon faaliyetlerini kolaylaştırmak için insulin-benzeri gelişim faktörlerini kapsayan anabolik faktörleri düzenlemeye yardım eden biyo-mekanik kuvvetlerden mesajlara arabulduğu gösterilmiştir. İlgili prostanoid türevlerinin faaliyetleri açısından C20:4 n-6'ya antagonistik olarak işlev yapan γ-linolenik asit ve C22:5 n-3'ün yaşlı bayan deneklerde kemik kalitesini geliştirdiği gösterilmiştir. Bu temel yağ asitlerinin etkileri altında yatan mekanizma, bağırsakta kalsiyum

emilimini artırma, kemik kollajeninin sentezini yükseltme ve kalsiyumun üriner atılımını düşürerek kemik yıkımını indirgeme yeteneklerine bağlanmaktadır (Watkins ve ark., 2003).

Balıklarda oosit olgunlaşması üzerine AD<sub>m</sub>YA'leri ve prostaglandinlerin etkileri değerlendirilmiştir. Buna göre, lipitlerin üremede enerji açısından önemli olmalarının yanı sıra, özellikle AD<sub>m</sub>YA'lerinin memelilerdekine benzer bir tarzda gonadal steroid üretimini modüle etmek için faaliyet gösterebilecekleri belirtilmiştir. Tatlısu balıkları ile yapılan çalışmalar, C20:4 n-6'nın *goldfish*'in ovaryum ve testislerinde testosteron üretimini uyardığını, oysa C22:5 n-3 ve C22:6 n-3'ün bu türün ovaryum ve testisinde gonadotropin-uyarımli steroid üretimini azalttığını göstermiştir. Prostaglandin E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>)'nin *goldfish*'de steroidogenez üzerine C20:4 n-6'nın etkisine gereksinildiği gösterilmiş ve PGE<sub>2</sub>'nin alabalık ve *goldfish* gibi tatlısu balıklarının ovaryumları tarafından üretildiği kanıtlanmıştır (Sorbera ve ark., 2001).

Balıklarda enerji kaynaklarının ana maddeleri protein ve lipitlerdir (Dörücü, 2000). Balıkta, proteinler ana enerji kaynağı olarak kullanılırlar ve maksimum gelişim için gereksinilen protein seviyesinin karasal tarım hayvanlarınınkinden daha yüksek olduğu düşünülmektedir (Gelineau ve ark., 2001). Bu durum, balık besinlerinin genellikle yüksek proteinden oluşması ve böyle bir diyete balık metabolizmasının iyi adapte olması, balıkların sürekli ve hızlı bir şekilde azotlu atıkları elemine etme yeteneklerinde olmaları, protein bozunumunda gereksinilen lizozomal enzimlerin spesifik aktivitelerinin oldukça yüksek olması gibi nedenlerden kaynaklanabilir (Dörücü, 2000).

Balıklarda protein alıkoymasının, besinlerdeki yağ veya sindirilebilir karbohidratlar gibi protein olmayan enerji kaynaklarının görelî desteklerini artırarak geliştirilebildiği bilinmektedir. Yağlar, karbohidratlardan birim ağırlık başına daha büyük enerji verir ve besinsel balık yağı veya sebze yağlarının sindirilebilirliği salmonid türlerde yüksek iken, karbohidratların sindirilebilirliği jelatinizasyon derecesi kadar bitkisel kaynağına bağılı olarak çok daha değışkendir. Bu nedenden dolayı, iki geleneksel enerji kaynağı arasında yağlar, tercihli olarak



sindirilebilir enerji seviyesini yükseltmek için salmonid besinlerine katılır (Gelineau ve ark., 2001).

Balıkta enerji üretimine lipit ve amino asitlerin görelî katkıları türe, beslenme durumuna ve çevre sıcaklığı gibi bir çok faktöre bağılıdır. Salmonidlerde rutin aktivite esnasında, enerji üretiminin %40'ından fazlasının amino asit katabolizmasından kaynaklandığı düşünölmektedir. Sağlıklı balıkta vücudun protein içeriğı, belirli tür için nispeten sabittir. Oysa balık vücudundaki lipit içeriğı yılın zamanına, çevresel koşullara, gonadların olgunluk durumuna, beslenme durumuna ve yaşa bağılı olarak değışir (Dörücü, 2000).

Besinsel protein ve enerji gereksinimleri, birkaç ticari balık türü için iyi bilinmektedir ve bunlar gelişim ve vücut kompozisyonunu etkilemektedir. Protein seviyesi ile ilişkilendirilen aşırı enerji içeren bir besinle beslenen balıkta, besin tüketimi, vücut yağ deposundaki bir artışla, gelişim için gerekli besleyicilerin yoksunluğundan dolayı zayıf gelişime yol açar. Bunun yanı sıra, protein seviyesi ile ilişkilendirilen düşük enerji içeren bir besinle balık beslendiğinde, protein bir enerji kaynağı olarak kullanılır. Bu yüzden, besinlerdeki protein ve enerji seviyeleri etkin balık üretimi elde etmek için dengede olmalıdır (Lee ve ark., 2002).

Rasmussen ve ark. (2000) gökkuşaağı alabalığı (*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.

Yağ asitlerinin canlıların yaşam ortamlarına adaptasyonlarında büyük bir rol oynadıkları ve membranlarda fosfolipit, kolesterol ve özellikle doymamış yağ asitlerinin bulunuşu membran akışkanlığının kontrolünde önemli olduğu kabul edilmektedir (Akpınar, 1999). Örneğın, deniz balık lipitlerinin görelî olarak yüksek seviyede AD<sub>m</sub>YA'lerini içerdikleri ve bunun nispeten düşük ve sabit

sıcaklıktaki deniz ortamına adaptasyon olduğu bilinmektedir (Hayashi ve Takagi, 1977 a).

Baykal Gölüne özgü iki tür olan *Cottocomephorus grewingki* ve *Cottocomephorus inermis*, yaşam ortamına adaptasyon açısından ilginç bir örnek sunmaktadırlar. Bu iki tür, yüzme keseleri bulundurmamalarına karşın pelajik olarak yaşamaktadırlar. Kottoid türlerin pelajik zonda yaşamak için morfolojik açıdan özelleştikleri bildirilmesine rağmen, yüzme kesesiz balıkların batmama yeteneğinin, lipitlerin vücut yoğunluğunu düşürmede önemli bir rol oynamasından dolayı, vücutlarındaki lipit içeriğine bağlandığı bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada bu iki türün çeşitli dokularındaki temel lipit sınıflarının triaçilgliserol ve fosfolipitler olduğu belirlenmiştir (Kozlova, 1998).

Sürekli insan kontrolündeki üretim işletmelerinde damızlık balıkların bakımı ve beslenmesi, yumurta ve sperm kalitesi açısından önem taşımaktadır. Balıklar diyetle aldıkları enerjiyi yaşama, verim ve üreme faaliyetlerinde kullanmaktadırlar. Bu dönemde besin içerisinde verilen yağların ve yağ asitlerinin bileşimi değiştirilerek yumurta ve sperm kalitesi artırılabilen dolayısıyla kuluçka verimi ve yumurtadan çıkan keseli yavruların yaşama gücü yükseltilebilmektedir. Örneğin, farklı seviyelerde n-3 formu AD<sub>m</sub>YA içeren rotiferle beslenen *Sparus aurata* larvalarında kuluçka ve sonrası dönem yaşama gücü önemli oranda artırılmış, en iyi sonuçlar ise n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinin en yüksek seviyesi ile beslenen gruplardan elde edilmiştir (Aras ve ark., 2003a).

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.

Memeliler üzerinde yapılan çalışmalar, intestinal hücreler gibi hücre membranlarının lipit kompozisyonunun besinsel lipit kaynağı ve içeriği ile yüksek bir şekilde etkilendiğini ve membran fosfolipitlerine yerleşen bazı yağ asitlerinin membranın konformasyonu ve membrana bağlı proteinlerin hareketi-fonksiyonu gibi fizikokimyasal özellikleri değiştirebileceği ve enterosit membranlarının lipit kompozisyonunun bağırsağın sindirim fonksiyonuna etki ettiği çeşitli

araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Bu konuda yapılan son bir çalışmada *Dicentrarchus labrax*'ta besinsel lipit seviyesinin intestinal hücre membranlarına bağlanmış hidrolaz cinsinden enzimlerin aktivitesine etki ettiği bildirilmiştir (Cahu ve ark., 2000).

Besinde gelişimi ve büyümeyi olumlu yönde etkileyecek temel ve doymamış yağ asitleri mutlak suretle bulunmalıdır (elikkale, 1988) ve besindeki lipidin seviyesi ve çeşidi balıkların gelişimi ve vücut kompozisyonları için önemlidir (Lee, 2001).

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

Balıkların temel yağ asitleri üzerine son bildiriler, deniz balıklarının 18 karbonlu AD<sub>m</sub>YA'lerini 20 ve 22 karbonlu homologlarına, Δ5 yağ asit desaturaz ve/veya C18-20 elongazdaki bir eksiklikten dolayı biyo-dönüştürme yeteneğinde olmadığı yönündedir (Masuda, 2003; Mourente, 2003). Sonuç olarak deniz balıkları C22:5 n-3 ve C22:6 n-3' bu belirli yağ asitlerince zengin olan doğal yiyeceklerinden elde ederler (Mourente, 2003). Deniz ekosisteminde C22:6 n-3 üretimi, çoğunlukla fitoplanktona, daha az miktarda bakterilere atfedilir. C22:6 n-3 ve diğer yağ asitlerini üreten bazı deniz bakterileri, *Trachurus japonicus* ve *Scomber japonicus* gibi pelajik balıkların ince bağırsağında simbiyotik olarak yaşarlar ve bu yüzden konağın fizyolojiksel C22:6 n-3 gereksinimine yardım ederler (Masuda, 2003).

Lee (2001) tarafından *Sebastes schlegeli*'nin temel yağ asitleri üzerine yapılan bir çalışmada, n-3 formu yağ asitleri açısından eksik diyet ile beslenen balıklarda düşük gelişim hızı, daha yüksek karaciğer lipit içeriği ve karaciğerin polar lipitlerindeki C18:1'in arttığı gösterilmiştir. Temel yağ asitlerinin eksikliğindeki bazı negatif işaretlerin, kan kimyasında daha düşük toplam protein ve glukoz seviyeleri, serumda daha yüksek toplam kolesterol, glutamik-piruvik

asit transaminaz ve glutamik-oksalasetik asit seviyeleri şeklinde belirlediği bildirilmiştir.

Balıkların kimyasal bileşenlerinin, her bir türde yaşa, eşeye ve vücut kısımlarına bağlı olarak farklılık gösterdiği gibi mevsim ile de değiştiği bilinmektedir. Bu konuda *Engraulis japonica* üzerinde yapılan ilkin bir çalışmanın bildirdiğine göre, ilgili türün erişkin ve genç bireylerindeki non-polar lipitlerdeki her bir yağ asit bileşeninin içerikleri örnekleme süresince dalgalanma göstermiştir. Gerek erişkin gerekse genç balıkların lipit içeriklerindeki mevsimsel değişimin besin alınımındaki farklılıklardan kaynaklandığı belirtilmiştir (Hayashi ve Takagi, 1978). Hayashi ve Takagi (1977 b), *Sardinops melanosticta* üzerinde de benzer bir denemeyi yapmışlar ve mevsime bağlı olarak lipit içeriğinde varyasyonların belirlediğini ve bunun nedeninin ise yine besinsel fitoplankton olduğunu bildirmişlerdir.

Akpınar (1986), Mogan gölünde (Ankara) yaşayan *Cyprinus carpio*'un karaciğer yağ asitlerinin mevsimsel değişimini araştırmıştır. Her iki eşeyin karaciğer yağ asidi bileşimlerinin kalitatif yönden farklı olmadığını ve uzun zincirli AD<sub>m</sub>YA'lerinin, DYA'lerine nazaran daha fazla değiştiklerini belirlemiştir. Mogan gölünde yaşayan *Cyprinus carpio*'un kas dokusu yağ asit bileşiminin mevsimsel değişimi de araştırılmış ve karaciğer için elde edilen sonuçların kas içinde geçerli olduğu gözlenmiştir (Akpınar, 1987). Gerek karaciğer gerekse kas dokusundaki yağ asit bileşimlerindeki değişimlerde, gonat gelişimi ve üreme periyotlarının doğrudan etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Sıcaklığın da, balıkların beslenme, büyüme ve üreme gibi olayları üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Ancak poikiloterm 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 *Garra rufa*'nın kas dokusu yağ asit bileşimine sıcaklığın, besinsel yağ asitlerinin ve açlığın etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada 35 °C sıcaklıkta 20 ve 22 karbonlu doymamış yağ asitlerinin azaldığı, 24 °C sıcaklıktaysa bu yağ asitlerinin arttığı gözlenmiştir (Akpınar ve Aksoylar, 1988). Sivas Kangal Balıklı Kaplıcası'nda 35 °C'ta doğal olarak 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 n-3 ve C22:6 n-3'ün sentezlenebildiği, C18:2 n-6 yüzdesinin çok azaldığı saptanmış olup, 35 ve 24 °C sıcaklıkta beslenen ve aç bırakılan balıklarda en fazla değişime uğrayan yağ asitlerinin uzun zincirli AD<sub>m</sub>YA'lerinin olduğu sonucuna varılmıştır (Akpınar, 1999).

Besin vasıtasıyla alınan temel yağ asitlerinin balık dokularında direkt olarak depolanarak besinin yetersiz olduğu durumlarda bu depolanmış depo lipitlerinin enerji kaynağı olarak kullanıldığı ve uzun süreli aç bırakılma sırasında uzun zincirli AD<sub>m</sub>YA'lerinin yüzdelerinde önemli bir düşüş meydana gelirken, kısa süreli açlık periyotlarındaysa bu yağ asitlerinin yüzdelerinde bir değişim olmadığı bildirilmiştir (Akpınar ve Aksoylar, 1988).

Balıklarda temel lipit depo yeri türler arasında değişiklik gösterebilir ve subkutanöz, karaciğerde, kas miyoseptasında, veya mezenterik membranlarda konuşlandırılabilir (Van den Thillart ve ark., 2002) ve dolayısıyla bütün teleost balıklar, belirli bir adipoz dokuya sahip olmayıp bir kısım balıklar karaciğerde nötral yağ depolarken, bir kısmı ise lipitçe zengin kaslara sahiptirler (Neuhaus ve Halver, 1969; Cowey ve Sargent, 1972).

Ticari hacimli tarımsallaştırılmış Atlantik salmon'da kasın yenilebilir kısmındaki lipitlerin %12 kadar olduğu ve kas dokusunun salmonidlerde ana lipit deposu olduğu bildirilmiştir. Kas dokusunun farklı kısımlarındaki adiposit ve lipit dağılımını inceleyen histolojik çalışmalar, kasta bağ doku ve bağdaştırılmış adipositlerin şişkin karın bölgesinden daha zayıf dorsal beyaz kasa doğru keskin bir şekilde düştüğünü göstermiştir (Zhou ve ark., 1996). Fakat *O. mykiss*'in lipit deposuna da odaklanan başka bir çalışmada, neredeyse sınırsız lipit depo kapasitesi içermek suretiyle, mezenterik yağın salmonidlerde ana lipit depo yeri olduğu, ayrıca karaciğer ve kas dokusunun balıklarda ikincil depo yerleri

oldukları düşünölmekle birlikte, kısa süreli depo için uyarlandıkları bildirilmiştir (Gelineau ve ark., 2001).

Farklı balık türlerinin yağ ve yağ asitleri farklılık gösterdiği gibi, aynı tür balığın vücut kaslarının yağları ile diğer organlarının yağları arasında da kimyasal yapı bakımından farklılıkların olduğu bildirilmiştir (Stansby, 1969; Kinsella ve ark., 1978).

Bir çalışmada Çoruh havzası Kazandere çayında yaşayan yabani *Salmo trutta labrax* bireylerinin karaciğer, kas dokusu, gonad, yumurta ve adipoz dokularındaki toplam lipit ve yağ asitleri araştırılmıştır. Toplam DYA'leri en fazla kasta, en azsa yumurtada bulunduğu belirlenmiştir. TÇD<sub>m</sub>YA açısından dokular arası fark önemsiz olarak bulunmuş ve aşırı doymamış yağ asitlerinden n-3 formu AD<sub>m</sub>YA miktarı yumurtada diğer dokulardan önemli derecede fazla olarak bulunmasına karşın, gonatta en az olarak bulunduğu belirlenmiştir. Benzer sonuçlar yumurtanın n-6 formu AD<sub>m</sub>YA ve n-3/n-6 oranında da görölmüştür. Yağ asitleri genel kompozisyonuna bakıldığında C16:0, C18:1 n-9 ve C22:6 n-3'ün bu türün dokularında temel olarak bulunduğu ve dokular arası farkın önemli olduğu bildirilmiştir (Aras ve ark., 2003b).

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: 1n-9) en çok bulunan yağ asidi olduğu ve türler arası farkın önemli olduğu görölmüştür. 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'leri açısından ise, *S. trutta fario* en yüksek değerdeyken, *O. mykiss* 'in en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Türler arasında AD<sub>m</sub>YA'leri bakımından önemli bir farklılık görölmezken, n-3 formu AD<sub>m</sub>YA açısından en zengin olan türün *O. mykiss* olduğu, n-6 formu AD<sub>m</sub>YA bakımından ise, *S. trutta fario* 'un olduğu gözlenmiştir. *O. mykiss* 'in gerek C22:6 n-3 gerekse C22:5 n-3 açısından en zengin tür olduğu ve bu açıdan çok önemli olduğu bildirilmiştir.



Başka bir çalışmada ise damızlık *O. mykiss* 'lerin yumurta ve spermelerinin yağ asit kompozisyonu karşılaştırılmıştır. Buna göre, balıklardan sağlanan yumurta ve spermelere ait yağ asit profilleri gerek toplam DYA, TÇD<sub>m</sub>YA, n-3 formu AD<sub>m</sub>YA, n-6 formu AD<sub>m</sub>YA gerekse bireysel yağ asitleri arasındaki farklar çok önemli çıkmıştır. Toplam DYA'leri içerisinde verilen besine bağlı olarak, miristik asit (C14:0), stearik asit (C18:0) bulunmasına karşın, palmitik asit (C16:0) spermde %76, yumurtada ise %71 oranlarıyla en yüksek bulunmuştur. Aynı şekilde içerisinde C16:1 n-9, C16:1 n-7, C17:1 n-8, C18:1 n-9, C20:1 n-9 bulunmasına karşın toplam TÇD<sub>m</sub>YA'nin önemli bir kısmı C18:1 n-9'dan oluşmakta olduğu görülmüştür. C18:1 n-9 yumurtada %66, spermde ise % 71 oranlarında bulunmuştur. Yine verilen besine bağlı olarak, besinde oranının %18 olduğu n-3 formu AD<sub>m</sub>YA, yumurtada % 26'ya spermde ise % 37.9'a yükseldiği görülmüştür (Aras ve ark., 2003a).

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 filetolarında C18:3 n-3, C18:4 n-3, C20:4 n-3, C20:5 n-3 yağ asitlerinin istatistiksel olarak daha fazla, C22:6 n-3'ü ise daha az bulmuştur. Buna karşın iki grubun toplam n-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 belirlenmemiştir. Ancak C18:0, C18:1, C18:2, C20:5 ve 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 n-7 ve C18:1 n-9 gibi doymuş ve tek çift bağ içeren doymamış yağ asitlerinin fazla miktarda kullanıldıkları belirlenmiştir. Erken

gelişme süresince C18:3 n-6, C18:4 n-3, C20:2 n-6 ve C22:5 n-3 yağ asitlerinin miktarlarının önemli derecede azaldığı bildirilmiştir. Gelişme esnasında n-6 formu AD<sub>m</sub>YA miktarı %4 oranında düşerken, en yüksek azalmanın yaklaşık % 10.4'lük bir düşüşle TÇD<sub>m</sub>YA'lerinde olduğu belirlenmiştir (Haliloğlu ve ark., 2003).

Ilıman enlem balıklarında üreme ve yağlanma mevsimsel olarak döngüseldir. Bu mevsimsel ritimler yiyecek ulaşılabilirliğinin yıllık döngüleri ile ilişkilendirilir. Sıcaklık, gün uzunluğu gibi faktörler hayvanların üreme için gerekli olan fizyolojik hazırlıkları yapmalarında sıklıkla kullanılır. Kemikli balıkların büyük bir çoğunluğu, ya çok az ya da hiç ebeveyn bakımı gerektirmez ve internal üremeden yoksundurlar. Bu üreme formu, geniş çaplı enerji harcamalarını sunan geniş miktarda yumurta ve sperm üretimini gerekli kılar ve yağın balıklarda gamet üretimi için geniş enerji kaynağı sağladığı ve ılıman enlem kemikli balıklarındaki yağlanmanın yıllık döngülerinin gonadal döngülere negatif bir ilişki gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca, yiyecek ulaşılabilirliğinin, üreme ve yağlanma döngülerini nihai olarak yönettiği ve yiyecek ulaşılabilirliğinin yıl boyunca daha az değişken olduğu düşük enlemlerdeki balıkların, yüksek enlemlerdekilerden daha az göze çarpan yağlanma ve üreme döngülerine sahip oldukları bilinmektedir (De Vlaming ve ark., 1978).

Her hangi bir hayvanın hayatındaki en önemli süreç enerjinin biriktirilmesi ve vücut gelişimi, üreme ve aktivitede bu enerjinin kullanımınıdır. Gonad gelişimi ve olgunlaşma için gereksinilen enerji miktarında eşeyler arasında büyük farklılıklar var olabilir. Çünkü ovaryum dokusu testikular dokudan çok daha fazla enerji gerektirir (Diana ve Mackay, 1979). Bir kural olarak, balık ovaryumları testislerinden yavru için enerji sağlanması nedeniyle çok daha fazla depo edilmiş lipitleri (özellikle triaçilgliseroleri) biriktirir ve bu, yaşam tarzlarına, beslenme seviyesine ve bilhassa her bir türün üreme ekolojisine bağlıdır. Örneğin, turna balığı, roach, karagöz gibi balıklarda ovaryum lipit içeriği %3-5 iken, salmonidlerde %9-10 olduğu bildirilmiştir (Kozlova, 1998).

Balıklar üreme evresi öncesinde bol besine gereksinim duyarlar. Bu evrede besin alınımında bir azalma olduğundan gonatların gelişmesi yavaşlar veya bazı türlerde eşeyssel olgunluğa erişme gecikebilir. Üremede görülen mevsimsel ritim



kullanılan besin ile ilişkilidir. Üreme esnasında fizyolojik dengenin sağlanması için besinin yanında su sıcaklığı, gün uzunluğu ve hormonal etki gibi faktörler de önemli rol oynar. Salmonidlerin eşeyssel olgunlaşması ile lipit metabolizmasındaki değişimlerin aynı periyoda rastladığı, yapılan araştırmalar ile ortaya konmuştur. Bu araştırmalarla, yumurtlama öncesi periyotta alınan besinde bir azalma olduğu, depo lipitlerinin yumurta ve sperm olgunlaşması için kullanıldığı ve yumurta bırakma periyodu sonrasında vücut ağırlığının hissedilir derecede düşüş gösterdiği saptanmıştır. Buna bağlı olarak, Topardıç Deresi'nde yaşayan *Cyprinion macrostomus*'un gonatlarında toplam lipit ve yağ asit miktarının mevsimsel değişimi araştırılmıştır. Erkek ve dişi balıklarda gerek gonat ağırlıkları gerekse gonat toplam lipit ve yağ asidi miktarındaki değişimlerin özellikle gonat gelişimi ve yumurtlama periyodunda daha belirgin olduğu görülmüştür. Yumurtlama periyodunda en yüksek düzeye ulaşan toplam lipit ve yağ asidi miktarının, yumurtlama sonrasında bir azalma gösterdiği bildirilmiştir. Üreme evresinden önce gonatların gelişimi için protein, karbohidrat ve lipide olan gereksinim oldukça fazladır. Karaciğerin, gonat gelişimi ve gamet oluşturulması esnasında kullanılacak lipidin büyük bir kısmını depo ettiği ve üreme için gerekli olan enerjinin daha çok kas dokusundaki lipitlerden sağlandığı bildirilmiştir (Metin ve Akpınar, 2000).

Buna ilişkin bir çalışma, Elazığ Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Copoeta trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus*'un üreme periyodu boyunca kas dokuları toplam lipit ve yağ asit bileşimini değerlendirmek üzere yapılmıştır. Haziran ayında her iki türün erkek ve dişi bireylerinin kas dokusu toplam lipit miktarının arttığı, Ağustos ayında ise toplam lipit ve yağ asit miktarının azaldığı belirlenmiştir. Her iki türün kas dokusu yağ asit bileşiminin kalitatif yönden zengin olduğunu ve *Copoeta trutta* dişilerinin kas dokusundaki doymamış yağ asitlerinin üreme mevsimi sonunda düzenli bir şekilde azaldığı halde, diğer bireylerdeki değişimin daha düzensiz olduğu gözlenmiştir (Konar ve ark., 1999).

Başka bir çalışmada Ceyhan nehrinde yaşayan *Chondrostoma regium* erkek ve dişi bireylerinin gonadlarının üreme evresi öncesinde ve sonrasındaki yağ asit kompozisyonu araştırılmıştır. Dişilerde gonadın toplam lipit içeriğinin,

üreme öncesi mevsimde üreme mevsimi sonrasındakinden çok yüksek olduğu, dişi ve erkek gonadındaki toplam yağ asidi içeriğinin de toplam lipide benzer eğilimde olduğu, yağ asitlerinin her iki eşeyde mevsimler arasında önemli varyasyon göstermeleri ile birlikte, üreme sonrasında yağ asit miktarının her iki eşeyde de düştüğü ve doymamış yağ asitlerinin oranında önemli bir değişim olmadığı gözlenmiştir (Kara ve Çelik, 2000).

Eşeyssel olarak olgunlaşmamış balıklarla yapılan çalışmalar, besinlerindeki lipit türleri ve bunların çeşitli dokulara nasıl yansıdığıyla birlikte, canlılık, ağırlık kazanımı ve besin dönüşüm oranını kapsamaktadır. Büyüme hormonunun, kemikli balıklarda iyonik ve/veya osmotik regülasyon, enerji homeostazisi, protein anabolizması, lipolizis ve gonadal fonksiyon gibi birkaç farklı fizyolojik sürecin kontrolünde rol oynadığı bildirilmektedir. Bu durum erginleşmemiş *Salvelinus alpinus*'ta lipit/protein oranları ve plazma büyüme ve tiroid hormon seviyeleri arasındaki ilişki açısından değerlendirilmiştir. Buna göre, *S. alpinus* bireyleri farklılık gösteren lipit/ protein oranlı (0.98, 0.67, 0.41, 0.26, 0.19) beş izo-enerjistik besinle beslenmişlerdir. Beş diyetin yaklaşık olarak aynı hızda gelişimi desteklediği 0.98'lik lipit/protein oranlı besinin en düşük ağırlık kazanımına ve en yüksek yiyecek dönüşüm oranlarına sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada plazma büyüme hormonu konsantrasyonunun 0.98'lik lipit/protein oranlı besinle beslenen balıklarda daha yüksek olduğu ve plazma büyüme hormonu seviyeleri ve besinsel lipit ve protein içeriği arasında sırasıyla, doğru ve ters orantılar olduğu belirlenmiştir (Cameron ve ark., 2002).

Erginleşmemiş *Plecoglossus altivelis* üzerinde yapılan bir çalışmada, eşeyssel olarak erginleşmemiş bireylerin vücut kompozisyonu ve gelişimi üzerine besinsel protein ve lipit seviyesinin etkisi araştırılmıştır. Ağırlık kazanımı, besin etkinliği ve günlük besin alımının, besinsel protein seviyesi ile etkilenmemesine karşın, besinsel lipit seviyesi ile etkilendiği görülmüştür. Günlük protein alımının gerek besinsel protein gerekse lipit seviyeleri ile önemli bir şekilde etkilendiği gözlenmiştir. Günlük lipit alımının besinsel protein seviyesi ile önemli bir şekilde etkilenmediği fakat lipit alımıyla etkilendiği, protein etkinlik

oranının ise besinsel protein seviyesiyle etkilenirken, lipit seviyesiyle etkilenmediği gözlenmiştir (Lee ve ark., 2002).

Erginleşmemiş *Melanogrammus aeglefinus*'un karaciğer ve kas lipit deposu üzerine besinsel lipitlerin etkileri araştırılmıştır. Ergin olmayan *M. aeglefinus*'un gelişim ve besin dönüşüm oranının, besinin lipit içeriğini artırmayla önemli bir şekilde etkilenmediği belirlenmiştir. Ayrıca, kas lipit içeriğinin besinsel lipit ile önemli bir şekilde artmadığı ve karaciğer yağ asit seviyelerinin besinsel yağ asit bileşimini yansıtmasına karşın, kas dokusunun çoğunlukla polar lipitler olmak üzere, aşırı doymamış yağ asitlerince kararlı olduğu görülmüştür (Nanton ve ark., 2001).

Xiao-bo ve ark. (2003) farklı besinsel lipit kaynakları (hamsi yağı, keten tohumu yağı, soya tohumu yağı, kolza tohumu yağı, yalancı safran yağı) ile beslenen erginleşmemiş *Procambarus clarkii*'nin yağ asit bileşimini ve gelişimini incelemiştir. Canlılık oranı, ağırlık kazanımı ve besin dönüşümünün hamsi yağı içeren besinle beslenen bireyler için en yüksek olduğu, ikinci sırayı ise soya tohumu yağı ile beslenen bireylerin aldığı belirlenmiştir. Bu verilerin ışığında, n-3 formu yağ asitlerinin n-6 formu yağ asitlerine göre gelişimi olumlu yönde etkilemesine rağmen, her iki yağ asit formunun erginleşmemiş bireyler için temel olduğu ve vücut yağ asit bileşiminin besinin yağ asit bileşimini yansıttığı bildirilmiştir.

Erginleşmemiş *Scophthalmus maximus* bireylerinin temel yağ asitlerince eksik besinlerle beslendiklerinde gelişim, ölüm oranı (mortalite), doku histopatolojisi ve yağ asit bileşimi gibi parametrelerin nasıl etkilendiği çalışılmıştır. Erginleşmemiş *S. maximus* bireyleri balık yağı, keten tohumu yağı ve zeytin yağlı besinlerle beslendiklerinde, balık yağı ile karşılaştırıldığında, keten tohumu yağı ve zeytin yağının spesifik gelişim hızında önemli bir düşüşe yol açtığı ve ölüm oranını artırdığı belirlenmiştir. Keten tohumu yağı ve zeytinyağı ile beslenen balıkların yarısında karaciğer histopatolojisine rastlanırken, balık yağı ile beslenenlerde bu olgunun görülmediği saptanmıştır (Bell ve ark., 1999).

Ülkemizin gerek deniz gerekse içsular açısından oldukça büyük bir potansiyele sahip olduğu açık bir 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.

Bu süreç içerisinde balık lipitleri ile yapılan çalışmaların yoğunluk kazanması balık türlerinin biyolojisini daha iyi anlamak gerektiği fikrinin gelişmesiyle olabileceği gibi, yapılan araştırmalarla da kanıtlandığı üzere, balık yağlarının insan sağlığı için endüstriyel ve doğal karasal bitkisel yağlara nazaran çok daha kullanışlı ve iyileştirici etkilere sahip olduğunun farkına varılması olabilir.

Ülkemizde 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 girmektedirler. Besinde bulunan bileşenlerin balıkların dokularına ne şekilde yansıdığıınun bilinmesinde yarar vardır. Bu konuda 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. Yapılan çalışmalardan, balık beslenmesinde kullanılan yemlerin yağ asit bileşimlerinin balık dokularına aynen yansıtıldığı görülmüştür (Fajmanova ve ark., 2003). Eşeyssel olarak erginleşmemiş ve erginleşmiş olan *O. mykiss* bireylerinin bu farklı evrede sahip oldukları yağ asit profillerinin tanımlanması ile farklı gelişim evresindeki bireyler için yeni yem formüllerinin geliştirilmesine olanak sağlayabilir ve gerek insan beslenmesinde ve sağlığında daha etkin kimyasal bileşime sahip balık üretimi gerçekleştirilebileceği gibi gerekse balığın kendi sağlığı, canlılığı artırılabilir.

*O. mykiss*'in embriyonik gelişiminden balıkların yemeklik porsiyon boyutuna ulaşınca kadar ki tüm gelişim periyodunca kas dokusu yağ asit bileşimi analiz edilmiştir. Ancak, eşeyssel erginleşmemiş ve erginleşmiş *O.*

*mykiss*'in kas, karaciğer ve gonadlarının toplam lipid ve toplam yağ asitleri miktarı ve bu dokuların yağ asit bileşimlerini karşılaştıran bir literatür bilgisine rastlanmamıştır. Bununla birlikte, balıklarda üreme için gerekli olan enerjinin daha çok kas dokusu lipidlerinden sağlandığı bilinmektedir. Ancak, erginleşmemiş ve ergin gonadlar ve karaciğerde toplam lipid ve yağ asitleri yönünden durumun nasıl olduğu konusundaki araştırmalar henüz yeterli değildir. Bu tür çalışmalar sadece ergin balıklar ya da sadece ergin olmayan balıklar üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu nedenle *O. mykiss*'in ergin olmayan ve ergin bireylerinin karaciğer, kas dokusu ve gonadlarının toplam lipid ve toplam yağ asidi içeriğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## **2. MATERYAL VE METOT**

### **2.1. Materyal seçimi**

Bu çalışmada kullanılmak üzere, 6 adet erginleşmemiş, 6 adet ise erginleşmiş *O. mykiss* 'ler, Eylül 2004 tarihinde Şuğul (Gürün-Sivas) Kayapınar Alabalık Üretim Tesisi'nden alınmıştır. Eşeyssel erginleşmemiş (yaklaşık 8-10 aylık balıklar) ve erginleşmiş balıklardan (1 yaş ve üzerinde olan balıklar) eşey ayırımı yapılarak, her eşeyden üçer balık alınmıştır. Erginleşmemiş balıkların beslendikleri Trout 4 numara ve erginleşmiş balıkların beslendikleri Trout 6 numara ticari pelet yemlerden de örnekler alınmıştır.

### **2.2. Örneklerin Diseke Edilmesi**

Laboratuara getirilerek eşey ayırımı yapılmış olan tüm balıkların toplam boy ve ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra karaciğer ve gonadları hassas terazide (Avery Berkel marka) toplam olarak tartıldıktan sonra bu dokulardan 1'er g'lık doku örnekleri alınmıştır. Kas dokusunun toplam ağırlığını belirlemeksizin her bir balıktan, dorsal yüzgeç ile yan çizgi arasında kalan kas kısmından 1 g'lık doku parçaları alınmıştır. Alınan tüm doku parçaları, kloroform/metanol (2/1) çözeltisine konularak özütleme işlemine geçilinceye kadar dondurularak buzdolabında saklanmıştır.

### **2.3. Örneklerin Özütlenmesi**

Alınan doku örneklerinden toplam lipit ve toplam yağ asitlerinin özütlenmesi ve saflaştırılması, Folch ve ark. (1957) geliştirdikleri yöntemle yapılmıştır.

#### **2.3.1. Toplam Lipit Eldesi**

Doku örnekleri, 10-20 katı kloroform/metanol (2/1) çözeltisiyle Ultra-Turrax T25 homojenizatörde 24.000 devir/dakika hızda 5 dakika süreyle buzlu ortamda homojenize edilmiştir. Ham özüt, Buchner hunisinde iki kat mavi bantlı süzme kâğıdı ile vakum motoru kullanılarak sağlanan hafif vakumla süzölmüştür. Süzüntü, döner buharlaştırıcı (Büchi marka Rotary Evaporatör) ile hafif vakumda buharlaştırılıp, kalan kısım 10-15 ml hekzan ile ayırma hunisine alınmıştır. Hekzanlı faz 3 kez damıtık su ile yıkanmıştır.



Hekzanlı karışım tekrar buharlaştırılarak, çözücü uçurulmuştur. Evaporasyon sonucu geri kalan kısım sabit tartıma geldikten sonra tartılarak toplam lipit miktarı olarak kaydedilmiştir. Tüm dokulardan bu işlemle kazanılan toplam lipitler etiketlendikten sonra bir miktar kloroform içerisinde buzdolabında dondurucu kısmında yağ asit eldesi işlemlerine kadar korunmuştur.

### **2.3.2. Toplam Yağ Asidi Eldesi**

Dokulardan elde edilen toplam lipit 10 katı kadar %6'lık metanollü potasyum hidroksit (KOH) ile su banyosunda 80°C'ta 45 dakika sabunlaştırılmıştır. N<sub>2</sub> altında metanolün büyük bir kısmı uçurulduktan sonra bir miktar damıtık su ilave edilen örnekler, ayırma hunisine aktarılmıştır. Sulu örneklerin pH'sı 1 olana kadar 1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilmiştir. Asitlendirilmiş örnekler 3 kez 5'er mL hekzan/kloroform (4/1) karışımı ile çekilip, hekzan/kloroform'lu örnekler bir balonda biriktirilmiştir. Balondaki hekzan/kloroform karışımı hafif vakumda evapore edilip kalan kısım sabit tartıma gelene kadar tartılarak toplam yağ asidi miktarı kaydedilmiştir. Bu örnekler bir miktar hekzan/kloroform içerisinde yağ asidi metil esterleri elde etmek için azot altında derin dondurucuda stoklanmıştır.

### **2.3.3. Yağ Asitlerinin Metil Esterlerinin Eldesi**

Hekzan/kloroform (4/1) içerisinde saklanan yağ asidi örneklerinden hekzan/kloroform karışımı azot altında uçurulmuştur. Kalan örnek üzerine 3-4 mL metanollü BF<sub>3</sub> (Boron Trifluoride-Metanollü) karışımı ilave edilerek 10-15 dakika sıcak su banyosunda (80-90 °C) bekletilmiştir. 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 uçurularak, örnekler Gaz Kromatografisi'ne verilecek yoğunluğa getirilip derin dondurucuda bekletilmiştir.

### **2.3.4. Yağ Asitlerinin Analizi**

Yağ asit metil esterleri Gaz Kromatografisi (SHIMADZU marka GC 17 Ver 3) ile analiz edilmiştir. Analiz işlemlerinde 25 metre uzunluğunda, 0.25 mm

çapında Machery nagel (PermaBond) kapiller kolon kullanılmıştır. Dedektör sıcaklığı 280 °C, enjeksiyon sıcaklığı 240 °C ve kolon sıcaklığı başlangıçta 120 °C'ye ayarlanmıştır. Her bir örneğin gaz kromatografik analizi esnasında 4 °C/1 dk 200 °C'ye kadar, 3 °C/1 dk 220 °C'ye kadar ve 220 °C'de 8 dakika bekletilerek yapılmıştır. Çözücü sıvı olarak Hekzan/kloroform (4/1) karışımı kullanılıp, her defasında 1µl örnek enjekte edilmiştir ve taşıyıcı gaz olarak N<sub>2</sub> kullanılmıştır.

Gaz kromatografisi analizi sonucunda elde edilen kromatogramlardaki yağ asidi metil esterlerinin kalitatif tayinleri, standart yağ asidi metil esterlerinin alıkonma süreleri ile karşılaştırılarak yapılmıştır. Kantitatif tayinler ise aletin vermiş olduğu yüzde oranlarından her bir yağ asidinin yüzde değerleri hesaplanarak yapılmıştır.

#### **2.4. Verilerin Değerlendirilmesi**

Araştırmada kullanılan ergin olmayan ve ergin balıkların karaciğer, kas dokuları ve gonadlarından elde edilen toplam lipit ve toplam yağ asidi miktarları dokuların yaş ağırlıklarına göre yüzdelenmiştir. Bu verilerden ortalama değerler elde edilerek gruplar kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Her bir dokunun yağ asit verileri üç tekrarın ortalaması olarak değerlendirilmiştir. İstatistik analiz için SPSS paket istatistik programı kullanılmıştır. Tekrar ve deney ortalamaları arasındaki farkların önem kontrolü, Duncan (1955)' in Multiple Range Test'ine göre yapılmıştır. Ortalamalar arası farklar 0.05 olasılık düzeyinde F değerinden daha büyük olduğu zaman önemli kabul edilmiştir.



### 3. BULGULAR

Denemelerde kullanılan *O. mykiss*'lere ait boy ve ağırlıklar Tablo 1'de verilmiştir. Balık örneklerinin seçimi sırasında, erginleşmemiş balıkların kendi aralarında birbirlerine yakın boy ve ağırlıkta olmalarına özen gösterilmiş ve aynı yöntem erginleşmiş balıkların seçiminde de uygulanmıştır.

Buna göre, erginleşmemiş balıklardan 15-19 cm, ergin balıklardan ise 27-35 cm boyunda olanlar seçilmiştir. Erginleşmemiş erkek ve dişi balıkların boy ve ağırlıkları açısından istatistiki bir fark göstermedikleri saptanmıştır. Erginleşmiş balıklar için de aynı tanımlama yapılmasına karşın, erginleşmiş ve erginleşmemiş balıkların gerek boy gerekse ağırlıkları arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ).

Toplam lipit ve toplam yağ asidi özütlemesinde kullanılan balıkların karaciğer, kas dokusu (her balıktan 1'er g alınmıştır ve Tablo 2'de belirtilmemiştir) ve gonatlarının toplam ağırlıkları Tablo 2'de sunulmuştur. Balıklarda vücudun büyük çoğunluğunu kas dokusu oluşturduğu için toplam kas ağırlığı ölçülmeksizin balıkların dorsal yüzgecine yakın olan lateral kısımlarından 1'er gram doku örnekleri alınmıştır. Karaciğer ağırlıkları erginleşmemiş erkek ve dişi balıklarda istatistik açıdan fark göstermemesine ( $P>0.05$ ) karşın, erginleşmiş balıklardan farklı olduğu saptanmıştır ( $P<0.05$ ). Erginleşmemiş balıkların aksine, erginleşmiş balıklardan dişi bireylerin daha büyük karaciğerlere sahip oldukları görülmüştür.

Ergin dişi bireylerin, gonat ağırlıkları arasında bir fark olmadığı ( $P>0.05$ ) belirlenmiştir ve erginleşmemiş dişilerin gonatları en fazla 0.080 g, ergin olanlarda ise en fazla 0.905 g olduğu belirlenmiştir. Ergin balıkların testislerinin ergin olmayanlara göre farklı ağırlıkta olduğu saptanmıştır ( $P<0.05$ ). Gerek ergin gerekse ergin olmayan erkek balıklarda testisler ovaryumlara nazaran çok daha belirgin bir gelişim göstermiştir. Erkek bireylerden diseke edilen 1 g üzerindeki testisler özütleme işleminde kullanılmıştır ve 1 g'dan daha düşük ağırlıktaki doku kısımları analiz edilmemiştir.

**Tablo 1.** Toplam lipit ve yağ asidi özütlemesinde kullanılan *O. mykiss*'lerin boy (cm) ve ağırlıkları (g)

Erginleşmemiş	Boy (cm)	Ağırlık (g)
	Ort. $\pm$ S.H.	Ort. $\pm$ S.H.
♂	17.57 $\pm$ 1.19a	84.60 $\pm$ 15.71a
	19.33 $\pm$ 1.01a	80.21 $\pm$ 7.14a
Ergin	29.07 $\pm$ 1.04b	385.72 $\pm$ 35.89b
	32.47 $\pm$ 1.43b	485.39 $\pm$ 42.17b

\* : Veriler üç tekrarın ortalamasıdır. t: Aynı sütunlarda aynı harflerle belirlenen veriler 0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.  
S.H: Standart Hata

**Tablo 2.** Toplam lipit ve toplam yağ asidi özütlemesinde kullanılan *O. mykiss*'lerin karaciğer, kas dokusu<sup>\*\*</sup> ve gonadlarının toplam ağırlıkları (g)

Erginleşmemiş	Karaciğer (g)	Gonad (g)
	Ort. $\pm$ S.H.	Ort. $\pm$ S.H.
♂	1.16 $\pm$ 0.15a	9.36 $\pm$ 1.02a
	1.06 $\pm$ 0.57a	0.07 $\pm$ 0.00b
Ergin	5.09 $\pm$ 0.49b	28.35 $\pm$ 5.03b
	7.32 $\pm$ 0.92c	0.69 $\pm$ 0.13c

\* : Veriler üç tekrarın ortalamasıdır. t: Aynı sütunlarda aynı harflerle belirlenen veriler 0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir. S.H: Standart Hata. \*\* : Her balıktan 1'er g kas dokusu alınmıştır.

Balıkların beslenmesinde kullanılan ticari yemlerin içeriğinin büyük bir kısmını protein (%43-45) ve lipitler (%20), geri kalanını ise vitaminler, makro elementler, kül selüloz oluşturmaktaydı. Gerek ergin olmayan gerekse ergin balıkların beslendikleri yem içerikleri hemen hemen aynı olup, bu yemlere ait bilgiler aşağıda Tablo 3'te sunulmuştur. Ergin olmayan balıklar 4 numara yem, ergin balıklar ise 6 numara ticari pelet yem ile beslenmişlerdir.

**Tablo 3.** Erginleşmiş ve erginleşmemiş *O. mykiss* 'lerin beslendikleri yem hammadde içerikleri.

<b>Hammadde cinsi</b>	<b>Erginleşmemiş balıkların beslendikleri yeme ait hammadde %'leri (no:4)</b>	<b>Erginleşmiş balıkların beslendikleri yeme ait hammadde %'leri (no:6)</b>
Nem (max)	12	12
Protein (min)	43	45
Yağ (min)	20	20
Selüloz (max)	3.5	3.5
Kül (max)	14	14
Lizin (min)	2	2
Methionin (min)	1.5	1.3
Sistein (min)	0.2/1	0.5
Kalsiyum (min/max)	1/2	½
Toplam fosfor (min)	1.5	1.5
Sodyum(min/max)	0.2/1	0.2/1
Vitamin karışımı	Miktarı tam olarak bilinmiyor	Miktarı tam olarak bilinmiyor

### 3.1. Erginleşmiş ve Erginleşmemiş *O. mykiss* Erkek ve Dişilerinin Karaciğer Toplam Lipit ve Toplam Yağ Asidi Miktarları

Erginleşmiş ve erginleşmemiş erkek ve dişi *O. mykiss*'lerin ortalama karaciğer ağırlıkları ve karaciğer toplam lipit ve toplam yağ asit miktarları Tablo 4'te görülmektedir.

Erginleşmemiş balıkların karaciğer ağırlıkları arasında istatistiki bir fark bulunmadığı belirlenmiştir ( $P>0.05$ ). Ergin balıklar kendi aralarında karaciğer ağırlığı açısından fark gösterdiği gibi ergin olmayan balıklarla da fark göstermişlerdir ( $P<0.05$ ).

Karaciğer toplam lipit miktarı ergin erkeklerde  $98.57\pm 18.00$  mg, erginleşmemiş erkeklerde  $55.96\pm 3.30$  mg olarak bulunmuş ve aralarında istatistiki bir farkın olmadığı saptanmıştır ( $P>0.05$ ). Ergin dişi balıklarda karaciğer toplam lipit miktarı  $104.93\pm 16.12$  mg, erginleşmemiş dişilerde ise  $75.50\pm 9.85$  mg olduğu bulunmuştur. Erginleşmemiş ve ergin dişi balıklar da karaciğer toplam lipitlerinde aralarında istatistik fark göstermemişlerdir ( $P>0.05$ ). Erginleşmemiş erkek ve ergin dişi balıkların karaciğer toplam lipit miktarları arasındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır ( $P<0.05$ ). Buna bağlı olarak, karaciğer yağ ağırlığına göre toplam lipit yüzdeleri erkek balıkların erginleşmiş bireylerinde  $9.86\pm 1.80$ , erginleşmemişlerde  $5.60\pm 0.33$ , dişi bireylerin erginlerinde  $10.49\pm 1.61$ , erginleşmemiş bireylerde ise  $7.55\pm 0.99$  olarak bulunmuştur.

Karaciğer toplam yağ asidi miktarları ergin erkeklerde  $46.57\pm 8.51$  mg, erginleşmemiş erkeklerde  $20.33\pm 0.77$  mg olarak saptanmış ve aralarında istatistiki bir farkın olduğu görülmüştür ( $P<0.05$ ). Ergin dişilerin karaciğer toplam yağ asidi miktarı  $22.60\pm 6.67$  mg, erginleşmemiş dişilerde ise  $22.30\pm 3.85$  mg olarak bulunmuştur. Ergin ve ergin olmayan dişi eşeylerin karaciğer toplam yağ asidi miktarı arasında istatistiki bir farkın olmadığı belirlenmiştir ( $P>0.05$ ). Erginleşmemiş eşeyler ve ergin dişi balıklar karaciğer toplam yağ asidi miktarı açısından istatistiki fark göstermezken ( $P>0.05$ ), ergin erkek bireyler diğer gruplardan önemli bir fark göstermiştir ( $P<0.05$ ). Karaciğer toplam yağ asidi yüzdeleri ergin erkeklerde  $4.66\pm 0.85$ , erginleşmemiş erkeklerde  $2.03\pm 0.07$ ,

**Tablo 4.** Erginleşmiş ve erginleşmemiş *O. mykiss* erkek ve dişilerinin karaciğer toplam lipit ve toplam yağ asidi miktarları

	<b>Erginleşmiş Erkek</b>	<b>Erginleşmemiş Erkek</b>	<b>Erginleşmiş Dişi</b>	<b>Erginleşmemiş Dişi</b>
Karaciğer yaş ağırlığı (mg) Ort. ± S.H.	5095.33±491.03a	1163.33±152.33b	7322.66±924.45c	1058.00±114.37b
Toplam lipit miktarı (mg) Ort. ± S.H.	98.57±18.00ab	55.96±3.30a	104.93±16.12b	75.50±9.85ab
Karaciğer yaş ağırlığına göre Toplam lipit %' si Ort. ± S.H.	9.86±1.80ab	5.60±0.33a	10.49±1.61b	7.55±0.99ab
Toplam yağ asidi miktarı (mg) Ort. ± S.H.	46.57±8.51a	20.33±0.77b	22.60±6.67b	22.30±3.85b
Karaciğer yaş ağırlığına göre Toplam yağ asidi %' si Ort. ± S.H.	4.66±0.85a	2.03±0.07b	2.26±0.67b	2.23±0.34b
Toplam lipide göre Toplam yağ asidi %' si Ort. ± S.H.	47.23±0.17a	36.42±0.94b	20.51±3.87c	29.24±1.16d

Ort.: Ortalama

S.H.: Standart Hata

\* : Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

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

ergin dişilerde  $2.26 \pm 0.67$ , erginleşmemiş dişilerde ise  $2.23 \pm 0.34$  olduğu saptanmıştır.

Dört grup birbirleri ile kıyaslandıklarında, toplam lipit miktarının ergin dişilerde en yüksek iken, toplam yağ asidi miktarının ergin erkeklerde en yüksek olduğu saptanmıştır. Karaciğer toplam yağ asidi miktarı yüzdelerinde erginleşmemiş erkekler, erginleşmiş dişiler ve erginleşmemiş dişiler arasında istatistik bir fark bulunmamasına karşın ( $P > 0.05$ ), erginleşmiş erkeklerin diğer gruplardan farklı olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ).

Karaciğer toplam lipidine göre toplam yağ asidi yüzdesi değerlendirildiğinde, dört grup arasında da istatistiksel bir farkın bulunduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). Buna göre, erginleşmiş erkeklerin, toplam lipide göre toplam yağ asidi yüzdesinde  $47.23 \pm 0.17$  değeri ile en yüksek değere sahip olduğu bulunmuştur. Bunu  $36.42 \pm 0.94$ 'lük bir değerle erginleşmemiş erkek eşeyler,  $29.24 \pm 1.16$ 'lık bir değerle erginleşmeyen dişi ve  $20.51 \pm 3.87$ 'lik değer ile erginleşmiş dişi bireylerin izlediği belirlenmiştir.

### **3.2. Erginleşmiş ve Erginleşmemiş *O. mykiss* Erkek ve Dişilerinin Kas Dokusu Toplam Lipit ve Toplam Yağ Asidi Miktarları**

Balıklarda vücudun büyük bir kısmını hemen hemen kas dokusu teşkil ettiğinden, bu araştırmada kullanılan balıkların toplam kas dokusu ağırlığı ölçülmemiştir. Bunun yerine doğrudan dorsal yüzgecin hemen altındaki kısımdan 1g'lık kas dokusu alınarak, toplam lipit ve toplam yağ asidi özütlemesinde kullanılmıştır. Özütlenen kas dokusu ağırlıkları ve kas dokusu toplam lipit ve toplam yağ asit verileri Tablo 5'te görülmektedir.

Kas dokusu toplam lipit miktarı erginleşmiş erkeklerde  $74.40 \pm 1.27$  mg, erginleşmemiş erkeklerde  $58.83 \pm 12.49$  mg olarak bulunmuştur. Ergin dişi balıkların kas dokusu toplam lipit miktarının  $67.23 \pm 8.25$  mg, erginleşmemiş dişilerde  $41.16 \pm 15.56$  mg olduğu belirlenmiştir. Dört grubunda kas dokusu toplam lipit miktarları açısından istatistik bir fark göstermedikleri saptanmıştır ( $P > 0.05$ ). Buna karşın, ergin erkek ve dişi balıkların erginleşmemiş balıklara nazaran daha fazla lipit içerdiği belirlenmiştir. Kas dokusu yağ ağırlığına göre toplam lipit yüzdeleri ise ergin erkeklerde  $7.44 \pm 0.13$ , erginleşmemiş erkeklerde

Tablo 5. Erginleşmiş ve erginleşmemiş *O. mykiss* erkek ve dişilerinin kas dokusu toplam lipit ve yağ asidi miktarları

	Erginleşmiş Erkek	Erginleşmemiş Erkek	Erginleşmiş Dişi	Erginleşmemiş Dişi
Kas dokusu yaş ağırlığı (mg)	1000a	1000a	1000a	1000a
Ort. ± S.H.				
Toplam lipit miktarı (mg)	74.40±1.27a	58.83±12.49a	67.23±8.25a	41.16±15.56a
Ort. ± S.H.				
Kas dokusu yaş ağırlığına göre Toplam lipit %' si	7.44±0.13a	5.88±1.25a	6.72±0.83a	4.12±1.56a
Ort. ± S.H.				
Toplam yağ asidi miktarı (mg)	35.93±1.03a	15.30±2.31b	28.73±3.97a	16.40±3.83b
Ort. ± S.H.				
Kas dokusu yaş ağırlığına göre Toplam yağ asidi %' si	3.60±0.10a	1.53±0.23b	2.87±0.40a	1.64±0.83b
Ort. ± S.H.				
Toplam lipide göre Toplam yağ asidi %' si	48.33±1.68a	26.79±3.10b	42.57±1.00a	44.23±6.14a
Ort. ± S.H.				

Ort.: Ortalama

S.H.: Standart Hata

\*: Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

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



%5.88±1.25, ergin dişi balıklarda %6.72±0.83, erginleşmemiş dişi balıklarda ise %4.12±1.56 olduğu saptanmıştır.

Kas dokusu toplam yağ asidi miktarları erginleşmiş erkek balıklarda 35.93±1.03 mg, erginleşmemiş erkek balıklarda 15.30±2.31 mg olduğu ve aralarında istatistik bir farkın bulunduğu saptanmıştır (P<0.05). Ergin dişilerin kas dokusu toplam yağ asit miktarı 28.73±3.97 mg olarak belirlenirken, erginleşmemiş dişilerde toplam yağ asit miktarının 16.40±3.83 mg olduğu belirlenmiştir. Erginleşmiş ve erginleşmemiş dişi balıkların kas dokusu yağ asit miktarlarının istatistiki olarak farklı olduğu belirlenmiştir (P<0.05). Buna karşın, ergin erkek ve ergin dişi eşeylerin kas dokusu toplam yağ asitleri açısından istatistiki fark göstermediği gibi, erginleşmemiş eşeylerin de kendi aralarında bir fark göstermedikleri belirlenmiştir (P>0.05). Kas dokusu yağ ağırlığına göre toplam yağ asidi yüzdesi ergin erkeklerde %3.60±0.10, erginleşmemiş erkeklerde %1.53±0.23, ergin dişilerde 2.87±0.40, erginleşmemiş dişilerde ise %1.64±0.83 olarak bulunmuştur.

Kas dokusu toplam lipidine göre toplam yağ asidi yüzdesi, ergin erkek balıklarda %48.33±1.68, erginleşmemiş erkeklerde %26.79±3.10, ergin dişilerde %42.57±1.00, erginleşmemiş dişilerde ise %44.23±6.14 olarak bulunmuştur. Ergin ve ergin olmayan erkek eşeyler toplam lipide göre toplam yağ asidi yüzdesi açısından kendi aralarında istatistiki fark göstermelerine karşın (P<0.05), dişi eşeyler bir fark göstermemişlerdir (P>0.05). Tüm gruplar bu açıdan değerlendirildiklerinde, ergin ve erginleşmemiş dişiler arasında bir fark bulunmazken (P>0.05), erginleşmemiş erkeklerin tüm gruplardan farklı oldukları saptanmıştır (P<0.05).

### **3.3. Erginleşmiş ve Erginleşmemiş *O. mykiss* Erkek ve Dişilerinin Gonatlarının Toplam Lipit ve Toplam Yağ Asidi Miktarları**

Erginleşmiş ve erginleşmemiş erkek ve dişi *O. mykiss*'lerin ortalama gonat ağırlıkları ve gonadal toplam lipit ve yağ asidi miktarları Tablo 6'da sunulmuştur.

Eşeylerin gonad ağırlıklarının erginleşmiş erkek balıklarda 28347.00±5031 mg, erginleşmemiş erkek balıklarda 9356.00±1028 mg,



erginleşmiş dişi balıklarda  $697.00 \pm 134$  mg ve erginleşmemiş dişilerde ise  $72.00 \pm 45.71$  mg olduğu belirlenmiştir. Dişi eşeyler gonad ağırlıklarında istatistik fark göstermezken ( $P > 0.05$ ), erkek eşeyler gerek kendi aralarında gerekse eşeyler arası gonad ağırlıkları açısından istatistiki olarak fark göstermişlerdir ( $P < 0.05$ ).

Gonadal toplam lipit miktarının erginleşmiş erkek balıklarda  $46.70 \pm 10.54$  mg, erginleşmemiş erkek balıklarda  $30.33 \pm 6.91$  mg, erginleşmiş dişilerde  $60.13 \pm 15.86$  mg ve erginleşmemiş dişilerde ise  $13.50 \pm 3.05$  mg olduğu belirlenmiştir. Gonadal toplam lipit miktarları açısından eşeyssel gruplarda sadece erginleşmiş ve erginleşmemiş dişi eşeylerin kendi aralarında istatistiki bir fark gösterdikleri belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Buna karşın, erkek eşeyler arasında bir fark görülmediği gibi, dişi eşeylerle de istatistik bir fark göstermemişlerdir ( $P > 0.05$ ). Gonat yaş ağırlığına göre toplam lipit yüzdelerinin ergin erkek balıklarda  $4.67 \pm 1.05$ , erginleşmemiş erkek balıklarda  $6.27 \pm 1.95$ , ergin dişi balıklarda  $8.62 \pm 1.64$  ve erginleşmemiş dişilerde ise  $18.88 \pm 3.41$  olduğu saptanmıştır. Ergin erkek, erginleşmemiş erkek ve ergin dişi balıklar gonadal ağırlıklarına göre toplam lipit yüzdeleri açısından bir fark göstermezken ( $P > 0.05$ ), erginleşmemiş dişi balıklar bu üç gruptan belirgin bir farklılık göstermiştir ( $P < 0.05$ ).

Gonadal toplam yağ asidi miktarları, ergin erkek balıklarda  $18.36 \pm 4.94$  mg, eşeyssel erginleşmemiş erkek balıklarda  $13.30 \pm 3.87$  mg, ergin dişi balıklarda  $19.50 \pm 5.54$  mg ve erginleşmemiş dişi balıklarda ise  $6.27 \pm 1.53$  mg olduğu belirlenmiştir. Erkek ve dişi eşeyler arasında görülen fark, ergin dişi ve erkeklerde görülmemiştir. En fazla toplam yağ asidi miktarı ergin dişilerde bulunurken, en az toplam yağ asidi miktarı ise erginleşmemiş dişilerde bulunmuştur. Gonadal yağ ağırlığına göre toplam yağ asidi yüzdeleri ergin erkeklerde  $1.84 \pm 0.49$ , erginleşmemiş erkeklerde  $2.78 \pm 1.04$ , ergin dişilerde  $2.74 \pm 0.55$  ve erginleşmemiş dişilerde ise  $8.73 \pm 1.76$  olarak belirlenmiştir. Ergin erkek, erginleşmemiş erkek ve ergin dişi balıklar gonadal ağırlıklarına göre toplam yağ asidi yüzdelerinde istatistiki bir fark görülmezken ( $P > 0.05$ ), erginleşmemiş dişi balıkların bu üç gruptan farklı olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ).

**Tablo 6.** Erginleşmiş ve erginleşmemiş erkek ve dişi *O. mykiss*'lerin gonadal toplam lipid ve toplam yağ asidi miktarları

	Erginleşmiş Erkek	Erginleşmemiş Erkek	Erginleşmiş Dişi	Erginleşmemiş dişi
Gonat yaş ağırlığı (mg) Ort. ±S.H.	28347.00±5031a	9356.00±1028b	697.00±134c	72.00±45.71d
Toplam lipid miktarı (mg) Ort. ±S.H.	46.70±10.54ab	30.33±6.91ab	60.13±15.86a	13.50±3.05b
Gonat yaş ağırlığına göre toplam lipid %'si Ort. ±S.H.	4.67±1.05a	6.27±1.95a	8.62±1.64a	18.88±3.41b
Toplam yağ asidi miktarı (mg) Ort. ±S.H.	18.36±4.94a	13.30±3.86b	19.50±5.54a	6.27±1.53b
Gonat yaş ağırlığına göre toplam yağ asidi %'si Ort. ±S.H.	1.84±0.49a	2.78±1.04a	2.74±0.55a	8.73±1.76b
Toplam lipide göre toplam yağ asidi %'si Ort. ±S.H.	38.54±3.91ab	42.76±2.61a	31.84±1.91b	45.83±1.29a

Ort: Ortalama

S.H: Standart Hata

\* : Her veri üç tekrarin ortalamasıdır

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

Toplam lipide göre toplam yağ asidi yüzdelerinin, ergin erkek balıklarda %38.54±3.91, erginleşmemiş erkeklerde %42.76±2.61, ergin dişilerde %31.84±1.91 ve erginleşmemiş dişilerde ise %45.83±1.29 olduğu belirlenmiştir. Erkek eşeyler, toplam lipide göre toplam yağ asidi yüzdeleri açısından fark göstermezlerken (P>0.05), dişi eşeylerin bu açıdan kendi aralarında fark gösterdikleri belirlenmiştir (P<0.05). Bununla birlikte, ergin erkek, erginleşmemiş erkek ve erginleşmemiş dişi balıklar gonat toplam lipidine göre toplam yağ asidi yüzdelerinde istatistik fark göstermezlerken (P>0.05), ergin dişi balıkların sadece erginleşmiş erkek balıklardan farklı olmadığı belirlenmiştir (P>0.05).

#### **3.4. Erginleşmemiş ve Erginleşmiş *O. mykiss*'lerin Beslendikleri Ticari Yemlerin (4 ve 6 Numara Pelet Yem) Yağ Asit Bileşimleri**

Erginleşmemiş ve erginleşmiş *O. mykiss*'lerin beslenmesinde kullanılan pelet 4 ve 6 numara ticari yemlerin yağ asit bileşimleri Tablo 7'de sunulmuştur.

Pelet 4 numara yemde bulunan yağ asitlerinin en yüksek yüzdeden aza doğru sırası ile oleik asit (C18:1 n-9), palmitik asit (C16:0), linoleik asit (C18:2 n-6), dokosaheksaenoik asit (C22:6 n-3), eikosapentaenoik asit (C20:5 n-3), eikosenoik asit (C20:1 n-9), palmitoleik asit (C16:1 n-9), dokosenoik asit (C22:1 n-9), miristik asit (C14:0), stearik asit (C18:0), dokosapentaenoik asit (C22:5 n-3), linolenik asit (C18:3 n-3), (C18:4 n-3), arakidonik asit (C20:4 n-6), pentadekanoik asit (C15:0), eikosatrienoik asit (C20:3 n-6), dokosatetraenoik asit (C22:4 n-6) ve  $\gamma$ -linolenik asit (C18:3 n-6) olduğu belirlenmiştir. C20:4 n-6, C15:0, C20:3 n-6, C22:4 n-6 ve C18:3 n-6'nın besinde bulunan en düşük yüzdedeki (%1.00'ın altında) yağ asitlerinin oldukları belirlenmiştir.

Pelet 4 numara yem DYA'ni C14:0, C15:0, C16:0 ve C18:0'ın oluşturduğu kaydedilmiştir. DYA içerisinde, genel yağ asidi yüzdesinde de olduğu gibi, C16:0 (%17.94±0.16) en yüksek yüzdeye sahip olduğu, bunu sıra ile C14:0 (%5.29±0.13), C18:0 (%4.02±0.24) ve C15:0 (%0.39±0.03)'ün izlediği belirlenmiştir.

**Tablo 7.** Erginleşmemiş ve erginleşmiş *O. mykiss*'lerin beslendikleri yemlerin (Pelet 4 ve 6 Numara) yağ asit bileşimleri (%)

Yağ Asitleri	Erginleşmemiş balıkların	Erginleşmiş balıkların
	beslendikleri pelet 4 numara	beslendikleri pelet 6 numara
	yem	yem
	Ort.*±S.H.	Ort.*±S.H.
14:0	5.29±0.13a	6.17±0.08b
15:0	0.39±0.03a	0.45±0.03b
16:0	17.94±0.16a	21.96±0.49b
18:0	4.02±0.24a	5.17±0.42b
16:1 n-9	6.47±0.20a	8.07±0.07b
18:1 n-9	20.11±0.06a	25.65±0.58b
20:1 n-9	6.96±0.05a	7.17±0.12a
22:1 n-9	5.82±0.01a	5.49±0.10a
18:2 n-6	10.02±0.07a	15.45±0.07b
18:3 n-6	0.19±0.00a	0.24±0.00b
20:3 n-6	0.38±0.03a	0.38±0.00a
20:4 n-6	0.55±0.03a	0.14±0.02b
22:4 n-6	0.32±0.02a	0.56±0.02b
18:3 n-3	1.61±0.07a	1.42±0.29a
18:4 n-3	1.35±0.00a	0.36±0.02b
20:5 n-3	7.68±0.07a	0.82±0.01b
22:5 n-3	2.20±0.02	--
22:6 n-3	8.68±0.42a	0.47±0.02b
ΣDYA	27.64±0.25a	33.76±0.18b
ΣTÇD <sub>m</sub> YA	39.36±0.11a	46.39±0.04b
n-6 AD <sub>m</sub> YA	11.47±0.09a	16.78±0.09b
n-3 AD <sub>m</sub> YA	21.53±0.44a	3.07±0.24b

\*: Her veri üç tekrarın ortalamasıdır. t: her satırda aynı harflerle belirlenen veriler 0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir. S.H.: Standart Hata. ΣDYA: Toplam doymuş yağ asidi. ΣTÇD<sub>m</sub>YA: Toplam tek çift bağ içeren doymamış yağ asitleri. n-6 AD<sub>m</sub>YA: n-6 formu aşırı doymamış yağ asitleri. n-3 AD<sub>m</sub>YA : n-3 formu aşırı doymamış yağ asitleri.

Pelet 4 numara yemin yağ asidi içeriğindeki TÇD<sub>m</sub>YA'den n-9 formu yağ asitleri arasında C18:1 n-9 (%20.11±0.06)'un genel yağ asidi yüzdesinde birinci olarak en fazla bulunan yağ asidi olduğu belirlenmiştir. Bunu sıra ile C20:1 n-9 (%6.96±0.05), C16:1 n-9 (%6.47±0.20) ve C22:1 n-9 (%5.49±0.10) yağ asitleri izlemiştir.

n-6 formu yağ asitleri değerlendirildiğinde, bu yağ asitlerinin C18:2 n-6 hariç, diğer her birinin besin yağ asitleri içerisinde en düşük yüzdeleri temsil ettikleri ve %1.00'in altında oldukları saptanmıştır. Bunlar içerisinde en yüksek C18:2 n-6 (%10.02±0.07) bulunurken, bunu sıra ile C20:4 n-6 (%0.55±0.03), C20:3 n-6 (%0.38±0.03), C 22:4 n-6 (%0.32±0.02) ve en düşük yüzde ile C18:3 n-6 (%0.19±0.00) yağ asidi izlemiştir.

Pelet 4 numara yemde bulunan n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'dan, C22:6 n-3 (%8.68±0.42) ve C20:5 n-3 (%7.68±0.07) en yüksek yüzdelere sahip olan n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerini temsil ettikleri belirlenmiştir. Bunları sıra ile, C22:5 n-3 (%2.20±0.02), C18:3 n-3 (%1.61±0.07) ve C18:4 n-3 (%1.35±0.00) yağ asitleri izlemiştir.

4 numara yemde bulunan yağ asitlerinin %27.64±0.25'ini DYA'lerinin, %39.36±0.11'ini n-9 formu TÇD<sub>m</sub>YA'lerinin, %11.47±0.09'unu n-6 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinin, %21.53±0.44'ünü ise n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinin oluşturduğu saptanmıştır. Ayrıca balık etini faydalı kılan n-3 formu yağ asitlerinin n-6 formu yağ asitlerine oranla besin içerisinde yaklaşık olarak iki kat fazla bulunduğu belirlenmiştir.

Erginleşmiş *O. mykiss*'lerin beslenmesinde kullanılan pelet 6 numara ticari yemde en yüksek yüzdeden düşük yüzdeye doğru yağ asitlerinin sırası ile C18:1 n-9, C16:0, C18:2 n-6, C16:1 n-9, C20:1 n-9, C14:0, C22:1 n-9, C18:0, C18:3 n-3, C20:5 n-3, C22:4 n-6, C22:6 n-3, C15:0, C20:3 n-6, C18:4 n-3, C18:3 n-6 ve C20:4 n-6 olduğu belirlenmiştir.

Pelet 6 numara yemin yağ asidi içeriğindeki DYA'ni erginleşmemiş balıkların besininde olduğu gibi C14:0, C15:0, C16:0 ve C18:0'ın oluşturduğu saptanmıştır. DYA'leri içerisinde en yüksek yüzdeye C16:0 (%21.96±0.49) yağ

asidi sahip olup, bunu sıra ile C14:0 (%6.17±0.08), C18:0 (%5.17±0.42) ve C15:0 (%0.45±0.03) yağ asitleri izlemiştir.

6 numara yemdeki TÇD<sub>m</sub>YA'nin n-9 formu yağ asitleri değerlendirildiğinde, C18:1 n-9 (%25.65±0.34) yağ asidinin ilk sırayı aldığı belirlenmiştir. Bunu sıra ile, C16:1 n-9 (%8.07±0.07), C20:1 n-9 (%7.17±0.11) ve C22:1 n-9 (%5.49±0.10) yağ asitleri izlemiştir.

n-6 formu yağ asitleri içerisinde C18:2 n-6 yağ asidi (%15.45±0.07) en yüksek yüzde de bulunurken, diğer n-6 formu yağ asitlerinin hepsi besin içerisinde düşük bileşenler olarak ve %1.00'in altında buldukları belirlenmiştir. C18:2 n-6'yı takiben, C22:4 n-6 (%0.56±0.02), C20:3 n-6 (%0.38±0.00), C18:3 n-6 (%0.24±0.00) ve C20:4 n-6 (%0.14±0.02)'nin besinde bulunan diğer n-6 formu AD<sub>m</sub>YA'leri oldukları saptanmıştır.

6 numara besin içerisindeki n-3 formu yağ asitlerinden C18:3 n-3 (%1.42±0.28)'ün en fazla bulunan n-3 formu yağ asidi olduğu, bu yağ asidini izleyen C20:5 n-3 (%0.82±0.01), C22:6 n-3 (%0.47±0.02) ve C18:4 n-3 (%0.36±0.02)'ün diğer n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'leri oldukları ve %1.00'in altında temsil edildikleri belirlenmiştir.

6 numara yem içerisindeki tüm yağ asit sınıfları göz önüne alındığında, besinde bulunan yağ asitlerinin %33.76±0.18'ini DYA'lerinin, %46.39±0.04'ünü n-9 formu TÇD<sub>m</sub>YA'lerinin, %16.77±0.09'unu n-6 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinin ve %3.06±0.23'ünü ise n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinin oluşturdukları saptanmıştır. Erginleşmiş balıkları yemdeki AD<sub>m</sub>YA yüzdesinin çok düşük olduğu gibi n-3/n-6 oranının da oldukça düşük olduğu ortaya çıkmıştır.

Ergin balıkların beslendikleri 6 numara yem ile erginleşmemiş balıkların beslendikleri 4 numaralı yemin yağ asitleri yönünden C 22:5 n-3 yağ asidi hariç, kalitatif olarak fark göstermedikleri ancak kantitatif açıdan yağ asitleri arasında istatistiki farkların bulunduğu saptanmıştır. C20:1 n-9, C22:1 n-9, C20:3 n-6 ve C18:3 n-3 yağ asitleri hariç diğer yağ asitlerinin miktar yönünden (% olarak) farklı oldukları Tablo 7'de görülmektedir.

Toplam DYA'nin 6 numara yemde %33.76±0.18, 4 numara yemde %27.64±0.25, toplam TÇD<sub>m</sub>YA'nin 6 numara yemde %46.39±0.04, 4 numara

yemde  $39.36 \pm 0.11$ , toplam n-6 formu ADmYA'nin 6 numara yemde  $16.78 \pm 0.09$ , 4 numara yemde ise  $11.47 \pm 0.09$  olduğu belirlenmiştir. n-3 formu ADmYA'yi ise 4 numara yemde  $21.53 \pm 0.44$  bulunurken, 6 numara yemde  $3.07 \pm 0.24$  olduğu belirlenmiştir. Bu yağ asidi sınıflarının herbirinin 4 ve 6 numara yemler arasında belirgin fark gösterdiği saptanmıştır ( $P < 0.05$ ).

### 3.5. Erginleşmiş ve Erginleşmemiş *O. mykiss* Erkeklerinin Karaciğer Yağ Asit Bileşimleri

Erginleşmiş ve erginleşmemiş erkek *O. mykiss* bireylerinin karaciğer yağ asit bileşimleri Tablo 8'de, karaciğer yağ asit formları Tablo 9'da sunulmuştur.

Erginleşmiş ve erginleşmemiş erkek eşeylerin karaciğer yağ asit bileşimleri kalitatif açıdan bir fark göstermemesine karşın, kantitatif farkların olduğu belirlenmiştir. C16:0, C18:0, C18:1 n-9, C20:1 n-9, C18:2 n-6, C20:5 n-3 ve C22:6 n-3 yağ asitlerinin, gerek erginleşmiş gerekse erginleşmemiş erkek eşeylerin karaciğer yağ asitlerinin büyük bir kısmını teşkil ettiği saptanmıştır.

Erginleşmiş ve erginleşmemiş erkek eşeylerin karaciğer doymuş yağ asit sınıfı karşılaştırılırsa, C14:0, erginleşmemiş balıklarda  $2.12 \pm 0.03$ , erginleşmiş balıklarda  $1.77 \pm 0.08$  olduğu belirlenmiş ve aralarında istatistiki bir farkın olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). Erginleşmiş ve erginleşmemiş balıkların beslendikleri yem yağ asit bileşiminde C15:0 bulunmasına karşın, bu yağ asidinin erginleşmiş ve erginleşmemiş erkek balıkların karaciğerinde belirlenmemiştir. C16:0, erginleşmiş ve erginleşmemiş erkek balıkların karaciğerinde yüksek miktarlarda bulunmakla birlikte, erginleşmemiş balıklarda  $18.31 \pm 0.06$ , erginleşmiş balıklarda ise  $15.54 \pm 0.19$  olarak belirlenmiş ve birbirinden farklı olduğu gözlenmiştir ( $P < 0.05$ ). C18:0'ın ergin erkeklerde  $9.19 \pm 0.07$ , erginleşmemişlerde  $8.17 \pm 0.60$  olduğu ve her iki grup balıklarda bir fark göstermediği saptanmıştır ( $P > 0.05$ ).

Karaciğer toplam DYA'yi (Tablo 8 ve 9) erginleşmemiş erkek balıklarda  $28.60 \pm 0.57$ , erginleşmiş balıklarda ise  $26.51 \pm 0.17$  olarak belirlenmiş ve aralarında önemli bir farkın olduğu gözlenmiştir ( $P < 0.05$ ).

Erkek eşeylerin karaciğerlerindeki n-9 formu TÇD<sub>m</sub>YA'lerinden C16:1 n-9 yağ asidi erginleşmemiş balıklarda  $2.55 \pm 0.07$ , erginleşmiş balıklarda ise



%4.11±0.07 olduğu ve birbirinden farklı oldukları belirlenmiştir (P<0.05). C18:1 n-9'in ergin balıklarda %27.48±0.10, erginleşmemiş balıklarda %16.97±0.02 oranında bulunduğu ve aralarında istatistiki açıdan önemli bir fark olduğu belirlenmiştir (P<0.05). C20:1 n-9 de erginleşmiş balıklarda %5.35±0.10, erginleşmemiş balıklarda %4.82±0.07 olarak belirlenmiş ve aralarında belirgin bir farkın olduğu saptanmıştır (P<0.05). C22:1 n-9 erginleşmemiş erkeklerin karaciğerinde %1.29±0.19, ergin erkeklerde ise %1.12±0.47 oranında belirlenmiştir.

Toplam n-9 formu TÇD<sub>m</sub>YA'leri (Tablo 8 ve 9) erginleşmiş erkek balıkların karaciğerlerinde %38.06±0.19, eşeyssel erginleşmemiş erkek balıklarda ise %25.64±0.39 oranındadır. Aralarında önemli bir farkın olduğu görülmektedir (P<0.05).

Ergin ve ergin olmayan erkek eşeylerin karaciğer n-6 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinden C18:2 n-6 erginleşmiş balıklarda %7.17±0.13, erginleşmemiş balıklarda %5.57±0.19 olduğu belirlenmiş ve birbirlerinden farklı olduğu saptanmıştır (P<0.05). C18:3 n-6 ergin ve ergin olmayan balık yemlerinde bulunmasına karşın, her iki grubun erkek balıklarının karaciğerinde saptanmamıştır. C20:3 n-6 erginleşmiş balıklarda %2.08±0.06, erginleşmemişlerde ise %1.96±0.08 olarak belirlenmesine karşın, aralarında bir istatistik farkın olmadığı belirlenmiştir (P>0.05). C20:4 n-6 erginleşmemiş balıklarda %3.16±0.41, erginlerde %2.11±0.10 olarak belirlenmiştir. C22:4 n-6, ergin ve ergin olmayan grupların beslendikleri yemde bulunmasına karşın, ergin ve ergin olmayan erkek eşeylerin karaciğerlerinde bu yağ asidine rastlanmamıştır.

Toplam n-6 formu yağ asitleri (Tablo 8 ve 9) değerlendirildiğinde, ergin balıkların %11.36±0.21'lik bir değere sahipken, erginleşmemiş balıkların %10.69±0.13'luk bir değerde bulunmuştur. Bu değerler arasında önemli bir fark belirlenmemiştir (P>0.05).

Erginleşmiş ve erginleşmemiş erkeklerin karaciğer n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinden C18:3 n-3, erginleşmiş balıklarda %0.99±0.13 ve erginleşmemiş balıklarda %0.54±0.04 oranında bulunmuştur. C18:4 n-3, ergin ve ergin olmayan eşeylerin besin yağ asit bileşiminde var olmasına karşın, erginleşmiş ve



erginleşmemiş erkeklerin karaciğerinde varlığına rastlanmamıştır. C20:5 n-3, erginleşmemiş erkek balıklarda  $4.46 \pm 0.14$ , erginleşmiş balıklarda  $3.51 \pm 0.08$  olarak belirlenmiş ve aralarında istatistiksel bir farkın olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). C22:5 n-3, erginleşmiş balıkların besininde bulunmamasına karşın, bu balıkların karaciğerinde  $1.33 \pm 0.19$  ve erginleşmemiş erkeklerde  $1.04 \pm 0.09$  olarak belirlenmiştir. C22:6 n-3 erginleşmemiş erkek balıklarda  $29.04 \pm 0.06$  ile en yüksek değerdedir, erginleşmiş balıklarda ise daha düşük ( $18.22 \pm 0.11$ ) değerde bulunmuştur.

Ergin ve ergin olmayan erkek eşeylerin karaciğer toplam n-3 formu AD<sub>m</sub>YA (Tablo 8 ve 9) erginleşmemiş balıkların  $35.07 \pm 0.05$ , erginleşmiş balıklarda  $24.06 \pm 0.24$ 'lük değerlerde oldukları belirlenmiş ve aralarındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu ortaya çıkmıştır ( $P < 0.05$ ).

### **3.6. Erginleşmiş ve Erginleşmemiş *O. mykiss* Dişilerinin Karaciğer Yağ Asit Bileşimleri**

Erginleşmiş ve erginleşmemiş dişi *O. mykiss* bireylerinin karaciğer yağ asit bileşimleri Tablo 8'de, karaciğer yağ asit formları Tablo 9'da verilmiştir.

Erginleşmiş ve erginleşmemiş dişi eşeylerin karaciğer yağ asit bileşimleri kalitatif açıdan bir fark göstermemesine karşın, kantitatif farkların olduğu belirlenmiştir. Ergin ve ergin olmayan erkek balıkların karaciğerinde olduğu gibi, erginleşmiş ve erginleşmemiş dişi balıkların karaciğerlerinde de C16:0, C18:0, C18:1 n-9, C20:1 n-9, C18:2 n-6, C20:5 n-3 ve C22:6 n-3, yağ asitlerinin büyük bir kısmını teşkil ettiği bulunmuştur.

Dişi erginleşmiş ve erginleşmemiş balıkların karaciğer DYA değerlendirildiğinde, C14:0'ın ergin olmayan balıklarda  $2.53 \pm 0.06$ , ergin balıklarda ise  $1.49 \pm 0.06$  oranında bulunmuştur. C15:0, erginleşmiş ve erginleşmemiş balık gruplarının besininde de bulunmasına karşın, erginleşmiş ve erginleşmemiş dişi eşeylerin karaciğerinde saptanmamıştır. C16:0, erginleşmemiş balıklarda  $20.33 \pm 0.18$  ve erginleşmiş balıklarda  $15.38 \pm 0.16$  olarak belirlenmiş ve aralarındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). C18:0, erginleşmiş balıklarda  $10.62 \pm 0.20$ , erginleşmemiş balıklarda  $9.71 \pm 0.00$  olarak belirlenip, aralarında istatistiksel bir farkın olmadığı gözlenmiştir ( $P > 0.05$ ).

**Tablo 8.** Erginleşmemiş ve erginleşmiş *O. mykiss* erkek ve dişilerinin karaciğer yağ asit bileşimlerinin beslendikleri yemlerin yağ asit bileşimleri (%) ile karşılaştırılması

Yağ asitleri	Pelet 4 Numara yem Ort. ±S.H.	Erginleşmemiş erkek Ort. ±S.H.	Erginleşmemiş dişi Ort. ±S.H.	Pelet 6 Numara yem Ort. ±S.H.	Erginleşmiş erkek Ort. ±S.H.	Erginleşmiş dişi Ort. ±S.H.
14:0	5.29±0.13a	2.12±0.03b	2.53±0.06c	6.17±0.08d	1.77±0.08e	1.49±0.06e
15:0	0.39±0.03a	-	-	0.45±0.03b	-	-
16:0	17.94±0.16a	18.31±0.06a	20.33±0.18b	21.96±0.49c	15.54±0.19d	15.38±0.16d
18:0	4.02±0.24	8.17±0.60	9.71±0.00	5.17±0.42	9.19±0.07	10.62±0.20
16:1 n-9	6.47±0.20a	2.55±0.07b	--	8.07±0.07c	4.11±0.07d	3.88±0.14d
18:1 n-9	20.11±0.06a	16.97±0.02b	17.87±0.03c	25.65±0.34d	27.48±0.10e	32.27±0.08f
20:1 n-9	6.96±0.05a	4.82±0.07b	3.52±0.05c	7.17±0.11a	5.35±0.10d	5.86±0.09e
22:1 n-9	5.82±0.01a	1.29±0.19b	0.98±0.06b	5.49±0.10a	1.12±0.47b	1.02±0.21b
18:2 n-6	10.02±0.07a	5.57±0.19b	6.52±0.08c	15.45±0.07d	7.17±0.13e	7.08±0.07ec
18:3 n-6	0.19±0.00a	--	--	0.24±0.00b	--	--
20:3 n-6	0.38±0.03a	1.96±0.08b	2.05±0.04b	0.38±0.00a	2.08±0.06b	1.58±0.09c
20:4 n-6	0.55±0.03a	3.16±0.41b	3.08±0.10b	0.14±0.02a	2.11±0.10c	1.44±0.00d
22:4 n-6	0.32±0.02a	--	--	0.56±0.02b	--	--
18:3 n-3	1.61±0.07a	0.54±0.04b	0.68±0.02bc	1.42±0.28a	0.99±0.13c	0.74±0.04bc
18:4 n-3	1,35±0.00a	--	--	0.36±0.02b	--	--
20:5 n-3	7.68±0.07a	4.46±0.14b	3.95±0.04c	0.82±0.01d	3.51±0.08e	3.64±0.30ce
22:5 n-3	2.20±0.02a	1.04±0.09b	1.34±0.04c	--	1.33±0.19c	1.42±0.06c
22:6 n-3	8.68±0.42a	29.04±0.06b	27.41±0.17c	0.47±0.02d	18.22±0.11e	13.57±0.42f
ΣDYA	27.64±0.25a	28.60±0.57b	32.58±0.13c	33.76±0.18d	26.51±0.17e	27.49±0.31a
ΣTÇD <sub>m</sub> YA	39.36±0.11a	25.64±0.39b	22.38±0.14c	46.39±0.04d	38.06±0.19e	43.03±0.37f
n-6 AD <sub>m</sub> YA	11.47±0.09a	10.69±0.13b	11.66±0.14a	16.78±0.09c	11.36±0.21a	10.10±0.15d
n-3 AD <sub>m</sub> YA	21.53±0.44a	35.07±0.05b	33.38±0.14c	3.07±0.24d	24.06±0.24e	19.37±0.21f

\*: Her veri üç tekrarın ortalamasıdır. t: Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler 0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir. S.H.: Standart Hata. ΣDYA: Toplam doymuş yağ asidi. ΣTÇD<sub>m</sub>YA: Toplam tek çift bağ içeren yağ asitleri. n-6 AD<sub>m</sub>YA: n-6 formu aşırı doymamış yağ asitleri. n-3 AD<sub>m</sub>YA: n-3 formu aşırı doymamış yağ asitleri.

Toplam DYA miktarı (Tablo 8 ve 9) ergin olmayan dişi balıklarda %32.58±0.13, ergin dişi balıklarda ise %27.49±0.31 oranında bulunmuştur ve aralarındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır (P<0.05).

Dişi ergin ve ergin olmayan balıkların karaciğerlerindeki n-9 formu TÇD<sub>m</sub>YA'lerinden C16:1 n-9, erginleşmemiş balıklarda saptanmamasına karşın, erginleşmiş dişilerde %3.88±0.14'lük bir değere sahip olduğu belirlenmiştir. C18:1 n-9 ergin balıklarda %32.27±0.08, erginleşmemiş balıklarda ise %17.87±0.03 olarak belirlenip, aralarında istatistiki bir farkın olduğu saptanmıştır (P<0.05). C20:1 n-9 ergin balıklarda %5.86±0.09, erginleşmemiş balıklarda %3.52±0.05 oranında bulunmuş ve istatistiki olarak farklı olduğu belirlenmiştir (P<0.05). C22:1 n-9 ergin dişilerde %1.02±0.21, erginleşmemişlerde %0.98±0.06 olmasına karşın, istatistiki bir fark göstermediği ortaya çıkmıştır (P>0.05).

Ergin ve ergin olmayan dişi eşeylerin karaciğerlerindeki toplam n-9 formu TÇD<sub>m</sub>YA'leri (Tablo 8 ve 9) ergin dişilerde %43.03±0.37 ve erginleşmemiş dişilerde %22.38±0.14 olarak belirlenmiş ve aralarında belirgin bir istatistiki farkın olduğu saptanmıştır (P<0.05).

Ergin ve ergin olmayan dişi balıkların karaciğer n-6 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinden C18:2 n-6 erginleşmişlerde %7.08±0.07, erginleşmemişlerde %6.52±0.08 olarak belirlenmiştir. C18:3 n-6 erginleşmiş ve erginleşmemiş eşeyssel grupların besininde az miktarda da olsa bulunmasına karşın, erginleşmiş ve erginleşmemiş dişilerin karaciğerinde bulunmadığı saptanmıştır. C20:3 n-6 ergin balıklarda %1.58±0.09, ergin olmayan balıklarda ise %2.05±0.04 olarak bulunmuştur. C20:4 n-6 erginleşmemiş balıklarda %3.08±0.10 iken, erginleşmiş balıklarda %1.44±0.00'lük bir değer göstermiştir. C22:4 n-6 erginleşmiş ve erginleşmemiş eşeylerin besininde var olmasına karşın, erginleşmiş ve erginleşmemiş dişilerin karaciğerinde bulunamamıştır.

Ergin ve ergin olmayan dişilerin karaciğerlerindeki toplam n-6 formu AD<sub>m</sub>YA (Tablo 8 ve 9) erginleşmiş balıklarda %10.10±0.15, eşeyssel erginleşmemiş balıklarda ise %11.66±0.14 olarak bulunmuştur (P<0.05).

Ergin ve ergin olmayan dişilerin karaciğer n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'leri değerlendirildiklerinde, C18:3 n-3 ergin dişilerde %0.74±0.04, ergin

olmayanlarda  $0.68 \pm 0.02$  olduğu ve aralarında istatistiki açıdan bir fark olmadığı belirlenmiştir ( $P > 0.05$ ). C18:4 n-3 ergin ve ergin olmayan balık gruplarının besininde bulunmasına karşın, balık gruplarının hiçbirinde saptanamamıştır. C20:5 n-3 ergin dişilerde  $3.64 \pm 0.30$ , erginleşmemiş dişilerde  $3.95 \pm 0.04$  oranında bulunmuştur. C22:5 n-3 erginleşmiş balıklarda  $1.42 \pm 0.06$ , eşeyssel erginleşmemiş balıklarda ise  $1.34 \pm 0.04$  olarak bulunmuştur. ergin olmayan dişilerde en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi olan C22:6 n-3 ( $27.41 \pm 0.17$ ), erginleşmiş balıklarda  $13.57 \pm 0.42$ 'lık bir yarı değerde bulunmuştur.

Ergin ve ergin olmayan dişi balıkların karaciğerlerindeki toplam n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'leri (Tablo 8 ve 9) erginleşmiş balıklarda  $19.37 \pm 0.21$ , erginleşmemiş balıklarda ise  $33.38 \pm 0.14$ 'lük değerle önemli bir farklılık göstermiştir ( $P < 0.05$ ).

**Tablo 9.** Erginleşmiş ve erginleşmemiş *O. mykiss* erkek ve dişilerinin karaciğer yağ asit formları ve yem yağ asit formlarının (%) karşılaştırılması

Yağ asidi formu	Pelet 6 numara yem Ort. $\pm$ S.H.	Erginleşmiş Erkek Ort. $\pm$ S.H.	Erginleşmiş Dişi Ort. $\pm$ S.H.	Pelet 4 numara yem Ort. $\pm$ S.H.	Erginleşmemiş Erkek Ort. $\pm$ S.H.	Erginleşmemiş Dişi Ort. $\pm$ S.H.
$\Sigma$ DYA	$33.76 \pm 0.18a$	$26.51 \pm 0.17b$	$27.49 \pm 0.31c$	$27.64 \pm 0.25c$	$28.60 \pm 0.57d$	$32.58 \pm 0.13e$
$\Sigma$ TÇD <sub>m</sub> YA	$46.39 \pm 0.04a$	$38.06 \pm 0.19b$	$43.03 \pm 0.37c$	$39.36 \pm 0.11d$	$25.64 \pm 0.39e$	$22.38 \pm 0.14f$
$\Sigma$ n-6AD <sub>m</sub> YA	$16.78 \pm 0.10a$	$11.36 \pm 0.21b$	$10.10 \pm 0.15c$	$11.47 \pm 0.09b$	$10.69 \pm 0.13d$	$11.66 \pm 0.14b$
$\Sigma$ n-3AD <sub>m</sub> YA	$3.07 \pm 0.24a$	$24.06 \pm 0.25b$	$19.38 \pm 0.21c$	$21.53 \pm 0.44d$	$35.07 \pm 0.05e$	$33.38 \pm 0.14f$
$\Sigma$ n-3 / n-6	$0.18 \pm 0.02a$	$2.12 \pm 0.06b$	$1.92 \pm 0.05c$	$1.88 \pm 0.05c$	$3.28 \pm 0.03d$	$2.86 \pm 0.05e$

\*: Her veri üç tekrarın ortalamasıdır. t: Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler 0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir. S.H.: Standart Hata.  $\Sigma$ DYA: Toplam doymuş yağ asidi.  $\Sigma$ TÇD<sub>m</sub>YA: Toplam tek çift bağ içeren yağ asidi.  $\Sigma$ n-6 AD<sub>m</sub>YA: Toplam n-6 formu aşırı doymamış yağ asidi.  $\Sigma$ n-3 AD<sub>m</sub>YA: Toplam n-3 formu aşırı doymamış yağ asidi.  $\Sigma$  n-3 / n-6: Toplam n-3 ve n-6 oranı

### 3.7. Erginleşmiş ve Erginleşmemiş *O. mykiss* Erkeklerinin Kas Dokusu Yağ Asit Bileşimleri

Erginleşmiş ve erginleşmemiş erkek *O. mykiss*'lerin kas dokusu yağ asit bileşimleri Tablo 10'da, yağ asit formları ise Tablo 11'de sunulmuştur.

Ergin ve ergin olmayan erkek *O. mykiss*'lerin kas dokusu yağ asit bileşimlerinin kalitatif olarak fark göstermemesine karşın, kantitatif açıdan farkların olduğu belirlenmiştir. Gerek erginleşmemiş gerekse erginleşmiş erkeklerin kas dokusu genel yağ asit bileşimlerinin, en yüksek yüzdeden aza doğru bir sıra ile C18:1 n-9, C16:0, C22:6 n-3, C18:2 n-6, C18:0, C16:1 n-9, C20:1 n-9 ve C14:0'den meydana geldiği belirlenmiştir.

Ergin ve ergin olmayan erkek balıkların kas dokusu DYA'den C14:0, erginleşmiş balıklarda  $5.29 \pm 0.19$  ve erginleşmemiş balıklarda  $4.07 \pm 0.08$  olduğu bulunmuştur ve birbirlerinden farklı oldukları gözlenmiştir ( $P < 0.05$ ). C15:0, ergin ve ergin olmayan balıkların besininde bulunmasına karşın, ergin ve ergin olmayan erkek balıkların kas dokusunda belirlenememiştir. C16:0 ergin balıklarda  $21.04 \pm 0.16$ , ergin olmayan balıklarda ise  $22.37 \pm 0.44$  oranında bulunmuştur ve aralarında istatistiki bir farkın olduğu belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). C18:0, ergin balıklarda  $8.02 \pm 0.42$  ve ergin olmayan balıklarda  $6.15 \pm 0.05$  olduğu bulunmuştur ve birbirlerinden fark gösterdiği belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ).

Erginleşmiş ve erginleşmemiş erkek eşeylerin kas dokusu toplam DYA yüzdesi (Tabo 10 ve 11) ergin balıklarda  $35.02 \pm 0.35$ , erginleşmemiş balıklarda ise  $32.60 \pm 0.31$  oranında bulunmuştur ve aralarındaki farkın istatistiki açıdan önemli olduğu ortaya çıkmıştır ( $P < 0.05$ ).

Ergin ve ergin olmayan erkek balıkların kas dokusu TÇD<sub>m</sub>YA'lerinden C16:1 n-9, erginleşmemiş balıklarda  $5.58 \pm 0.16$ , erginleşmiş balıklarda  $3.33 \pm 0.05$  oranında bulunmuş ve birbirlerinden fark gösterdikleri belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Ergin ve ergin olmayan erkek balıkların kas dokusunda en yüksek yüzdeye sahip olan C18:1 n-9, ergin balıklarda  $25.66 \pm 0.10$  ve ergin olmayanlarda ise  $24.57 \pm 0.47$  oranlarında belirlenmiştir ve aralarındaki farkın istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). C20:1 n-9 erginleşmiş erkeklerde  $6.89 \pm 0.09$ , erginleşmemişlerde ise  $4.38 \pm 0.23$  olduğu bulunmuştur ve aralarında istatistiki bir farkın olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). C22:1 n-9 erginleşmemiş balıklarda  $2.55 \pm 0.54$ , erginleşmiş balıklarda ise  $1.57 \pm 0.27$  olduğu belirlenmiş ve aralarındaki farkın önemli olduğu gözlenmiştir ( $P < 0.05$ ).

Erginleşmiş ve erginleşmemiş erkek balıkların kas dokusu toplam TCD<sub>m</sub>YA (Tablo 10 ve 11) ergin balıklarda % 37.45±0.12, ergin olmayan balıklarda % 37.42±0.18 yüzdelerinde bulunmuştur ve aralarındaki istatistiksel farkın önemli olmadığı belirlenmiştir (P>0.05).

Erginleşmiş ve erginleşmemiş erkek *O. mykiss*'lerin kas dokusu n-6 formu AD<sub>m</sub>YA'leri değerlendirildiğinde, C18:2 n-6 erginleşmiş balıklarda %11.38±0.10, erginleşmemiş balıklarda %9.02±0.50 olduğu bulunmuştur ve birbirlerinden farklı olduğu gözlenmiştir (P<0.05). C18:3 n-6, ergin ve ergin olmayan balıkların beslendikleri yemde %1.00'in altında bulunmasına karşın, iki grubun kas dokusunda da saptanmamıştır. C20:3 n-6 erginleşmemiş erkeklerde %1.20±0.13 ve erginleşmişlerde %0.76±0.05 yüzdelerinde bulunmuştur ve istatistik açıdan birbirlerinden farklı oldukları belirlenmiştir (P<0.05). C20:4 n-6 erginleşmiş balıklarda %2.08±0.21, erginleşmemiş balıklarda %1.56±0.16'lık bir yüzdelerinde belirlenmiştir ve aralarındaki istatistiksel farkın önemsiz olduğu gözlenmiştir (P>0.05). Ergin ve ergin olmayan grupların besininde %1.00'in altında da olsa bulunan C22:4 n-6, erkek eşeylerin kas dokusunda bulunmadığı belirlenmiştir.

Erginleşmiş ve erginleşmemiş erkek balıkların kas dokusu toplam n-6 formu AD<sub>m</sub>YA yüzdesi (Tablo 10 ve 11), erginleşmiş balıklarda %14.22±0.15, erginleşmemiş balıklarda ise %11.78±0.20'lik bir yüzde değerinde bulunmuştur ve birbirlerinden farklı oldukları ortaya çıkmıştır (P<0.05).

Ergin ve ergin olmayan erkek balıkların kas dokusu n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinden C 18:3 n-3, erginleşmemiş balıklarda %1.48±0.15, erginleşmiş balıklarda ise %1.11±0.06 oranında bulunmuştur. Ergin ve ergin olmayan balıkların beslendikleri yemde az miktarlarda bulunan C18:4 n-3 ergin ve ergin olmayan erkek balıkların kas dokularında varlığına rastlanmamıştır. C20:5 n-3 erginleşmemiş balıklarda %1.69±0.12 ve erginleşmiş balıklarda %1.32±0.09'lik bir değerinde bulunmuştur ve aralarındaki istatistiksel farkın önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.05). C22:5 n-3 ergin balıklarda %2.07±0.09, ergin olmayan balıklarda ise % 1.97±0.08 olduğu bulunmuştur ve birbirlerinden farklı olduğu ortaya çıkmıştır (P>0.05).



**Tablo 10.** Erginleşmiş ve erginleşmemiş *O. mykiss* erkek ve dişilerinin kas dokusu yağ asit bileşimlerinin beslendikleri yemlerin yağ asit bileşimleri (%) ile karşılaştırılması

Yağ asitleri	Pelet	Erginleşmemiş	Erginleşmemiş	Pelet	Erginleşmiş	Erginleşmiş
	4 Numara	Erkek	Dişi	6 Numara	Erkek	Dişi
	Yem	Yem	Yem	Yem	Yem	Yem
Ort.*±S.H.	Ort.*±S.H.	Ort.*±S.H.	Ort.*±S.H.	Ort.*±S.H.	Ort.*±S.H.	Ort.*±S.H.
14:0	5.29±0.13a	4.07±0.08b	4.52±0.05c	6.17±0.08d	5.29±0.19a	4.59±0.10c
15:0	0.39±0.03a	--	--	0.45±0.03b	--	--
16:0	17.94±0.16a	22.37±0.44b	23.65±0.13c	21.96±0.49b	21.04±0.16d	22.45±0.50b
18:0	4.02±0.24a	6.15±0.05bc	7.08±0.18b	5.17±0.42c	8.02±0.42b	5.86±0.79c
16:1 n-9	6.47±0.20a	5.58±0.16b	4.58±0.02c	8.07±0.07d	3.33±0.05e	3.19±0.00e
18:1 n-9	20.11±0.06a	24.57±0.47b	22.44±0.08c	25.65±0.34d	25.66±0.10d	28.61±0.23e
20:1 n-9	6.96±0.05a	4.38±0.23b	3.80±0.06c	7.17±0.11a	6.89±0.09a	6.05±0.12d
22:1 n-9	5.82±0.01a	2.55±0.54b	2.12±0.01bc	5.49±0.10a	1.57±0.27c	1.94±0.41bc
18:2 n-6	10.02±0.07a	9.02±0.50b	10.57±0.09a	15.45±0.07c	11.38±0.10d	11.38±0.19d
18:3 n-6	0.19±0.00a	--	--	0.24±0.00b	--	--
20:3 n-6	0.38±0.03a	1.20±0.13b	2.65±0.09c	0.38±0.00a	0.76±0.05d	0.87±0.08d
20:4 n-6	0.55±0.03a	1.56±0.16b	1.77±0.22b	0.14±0.02a	2.08±0.21b	2.01±0.18b
22:4 n-6	0.32±0.02a	--	--	0.56±0.02b	--	--
18:3 n-3	1.61±0.07de	1.48±0.15bd	1.81±0.08b	1.42±0.28de	1.11±0.06ef	1.42±0.06de
18:4 n-3	1,35±0.00a	--	--	0.36±0.02b	--	--
20:5 n-3	7.68±0.07f	1.69±0.12b	1.25±0.04bc	0.82±0.01c	1.32±0.09bc	1.21±0.05bc
22:5 n-3	2.20±0.02ab	1.97±0.08a	2.37±0.10b	--	2.07±0.09a	0.65±0.01c
22:6 n-3	8.68±0.42a	13.05±0.40b	11.37±0.21c	0.47±0.02d	9.46±0.49ae	9.72±0.15e
ΣDYA	27.64±0.25a	32.60±0.31b	35.26±0.10c	33.76±0.18d	35.02±0.35c	32.91±0.19bd
ΣTÇD <sub>m</sub> YA	39.36±0.11a	37.42±0.18b	32.60±0.21c	46.39±0.04d	37.45±0.12b	39.79±0.51a
n-6 AD <sub>m</sub> YA	11.47±0.09a	11.78±0.20a	14.99±0.22b	16.77±0.09c	14.22±0.15d	14.26±0.28d
n-3 AD <sub>m</sub> YA	21.53±0.44a	18.19±0.30b	16.81±0.17c	3.06±0.23d	13.96±0.73e	12.99±0.03f

\*: Her veri üç tekrarın ortalamasıdır. t: Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler 0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir. S:H.: Standart Hata. ΣDYA: Toplam doymuş yağ asidi. ΣTÇD<sub>m</sub>YA: Toplam monoen yağ asidi. n-6 AD<sub>m</sub>YA: n-6 formu aşırı doymamış yağ asitleri. n-3 AD<sub>m</sub>YA: n-3 formu aşırı doymamış yağ asitleri.

C22:6 n-3 erginleşmemiş balıklarda % 13.05±0.40, erginleşmiş balıklarda ise %9.46±0.49 oranında bulunduğu belirlenmiş ve aralarında belirgin bir istatistiki farkın olduğu belirlenmiştir (P<0.05).

Erginleşmiş ve erginleşmemiş erkeklerin kas dokusu toplam n-3 formu AD<sub>m</sub>YA (Tablo 10 ve 11) erginleşmiş balıklarda %13.96±0.73 bulunurken, erginleşmemiş balıklarda daha yüksek bir yüzde de olduğu (%18.19±0.30) bulunmuştur ve aralarındaki farkın istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.05).

### **3.8. Erginleşmiş ve Erginleşmemiş *O. mykiss* Dişilerinin Kas Dokusu Yağ Asit Bileşimleri**

Erginleşmiş ve erginleşmemiş dişi *O. mykiss* bireylerinin kas dokusu yağ asit bileşimleri Tablo 10'da, kas dokusu yağ asit formları Tablo 11'de verilmiştir.

Erginleşmiş ve erginleşmemiş dişi balıkların kas dokusu yağ asit bileşimleri kalitatif olarak fark göstermemesine karşın, kantitatif açıdan farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir. Ergin ve ergin olmayan dişilerin kas dokusu yağ asit bileşimlerinin genel olarak C16:0, C18:0, C16:1 n-9, C18:1 n-9, C20:1 n-9, C18:2 n-6 ve C22:6 n-3'den meydana geldiği belirlenmiştir. Bu yağ asitleri içerisinde sırası ile C18:1 n-9 ve C16:0 ergin ve ergin olmayan dişilerin kas dokusunda en yüksek miktarda yağ asitleri oldukları belirlenmekle birlikte, bu iki yağ asidini C22:6 n-3 ve C18:2 n-6'nın izlediği belirlenmiştir.

Ergin ve ergin olmayan dişi balıkların kas dokusu DYA'lerinden C14:0 erginleşmiş balıklarda %4.59±0.10, erginleşmemiş balıklarda ise %4.52±0.05 olduğu bulunmuştur ve birbirlerinden farklı olmadıkları belirlenmiştir (P>0.05). C15:0 ergin ve ergin olmayan balıkların beslendikleri yemlerin ikisinde de bulunmasına karşın (%1.00'in altında), ergin ve ergin olmayan dişi balıkların kas dokusunda bulunmadığı belirlenmiştir. C16:0, erginleşmemiş balıklarda %23.65±0.13 ve erginleşmiş balıklarda %22.45±0.50 olduğu bulunmuştur ve birbirlerinden farklı olduğu belirlenmiştir (P<0.05). C18:0 erginleşmemiş balıklarda %7.08±0.18, erginleşmiş balıklarda ise %5.86±0.79 oranında bulunmuştur ve aralarında istatistiki bir farkın olduğu ortaya çıkmıştır (P<0.05).



Ergin ve ergin olmayan dişi balıkların toplam DYA miktarı (Tablo 10 ve 11) erginleşmemiş dişi balıkların kas dokularında  $35.26 \pm 0.10$ , erginleşmiş dişilerde ise  $32.91 \pm 0.19$  olduğu bulunmuştur ve aralarında belirgin bir istatistiki farkın olduğu belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ).

Erginleşmiş ve erginleşmemiş dişi *O. mykiss*'lerin TÇD<sub>m</sub>YA'leri değerlendirildiğinde, C16:1 n-9'un erginleşmemiş balıklarda  $4.58 \pm 0.02$  ve erginleşmiş balıklarda ise  $3.19 \pm 0.00$  olduğu bulunmuştur ve birbirlerinden fark gösterdikleri belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). C18:1 n-9 erginleşmiş balıklarda  $28.61 \pm 0.23$ , erginleşmemiş balıklarda  $22.44 \pm 0.08$  oranında bulunmuştur ve aralarında belirgin bir istatistiki farkın olduğu görölmüştür ( $P < 0.05$ ). C20:1 n-9 ergin balıklarda  $6.05 \pm 0.12$ , ergin olmayan balıklarda  $3.80 \pm 0.06$ 'lik bir yüzde değerde olduğu belirlenmiştir ve aralarında istatistik bir farkın olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). C22:1 n-9 erginleşmemiş balıklarda  $2.12 \pm 0.01$ , erginleşmiş balıklarda ise  $1.94 \pm 0.41$  yüzde değerinde bulunmuş ve aralarında istatistiki bir farkın bulunmadığı ortaya çıkmıştır ( $P > 0.05$ ).

Ergin ve ergin olmayan dişi balıkların kas dokusu toplam TÇD<sub>m</sub>YA miktarı (Tablo 10 ve 11) erginleşmiş balıklarda  $39.79 \pm 0.19$ , erginleşmemiş balıklarda ise  $32.60 \pm 0.21$  yüzde değerinde bulunmuştur ve aralarında belirgin bir istatistik fark bulunmaktadır ( $P < 0.05$ ).

Ergin ve ergin olmayan dişi eşeylerin kas dokusu n-6 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinden C18:2 n-6, ergin balıklarda  $11.38 \pm 0.19$ , ergin olmayan balıklarda  $10.57 \pm 0.09$  olarak belirlenmiştir. C18:3 n-6 ergin ve ergin olmayan balıkların beslendikleri yemlerde bulunmasına ( $1.00$ 'in altında) karşın, ergin ve ergin olmayan dişi balıkların kas dokusunda varlığına rastlanmamıştır. C20:3 n-6 erginleşmemiş balıklarda  $2.65 \pm 0.09$  iken, eşeyssel erginleşmiş balıklarda  $0.87 \pm 0.08$  oranında bulunup, aralarında istatistik bir farkın olduğu belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). C20:4 n-6 ergin balıklarda  $2.01 \pm 0.18$ , erginleşmemiş balıklarda  $1.77 \pm 0.22$ 'lik bir yüzdelik değerde bulunmuştur ve aralarında istatistiki açıdan bir farkın olmadığı belirlenmiştir ( $P > 0.05$ ). Ergin ve ergin olmayan balıkların besininde  $1.00$ 'in altında bulunan C22:4 n-6, ergin ve ergin olmayan dişilerin kas dokusu yağ asit bileşiminde rastlanmamıştır.

Erginleşmiş ve erginleşmemiş dişi *O. mykiss*'lerin toplam n-6 formu AD<sub>m</sub>YA miktarının (Tablo 10 ve 11) erginleşmemiş balıklarda %14.99±0.22, erginleşmiş balıklarda ise %14.26±0.28 olduğu bulunmuştur ve istatistik açıdan fark göstermedikleri belirlenmiştir (P>0.05).

Ergin ve ergin olmayan dişi balıkların kas dokusu n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'leri değerlendirildiklerinde, C18:3 n-3 ergin balıklarda %1.42±0.06, erginleşmemiş balıklarda ise %1.81±0.08 oranında bulunmuştur ve aralarındaki farkın önemli olduğu görülmüştür (P<0.05). C18:4 n-3 ergin ve ergin olmayan balıkların beslendikleri yem yağ asit bileşiminde bulunmasına (%1.00'in altında) karşın, ergin ve ergin olmayan dişi balıkların kas dokusunda varlığı saptanamamıştır. C20:5 n-3, erginleşmemiş balıklarda %1.25±0.04, erginleşmiş balıklarda %1.21±0.05 oranında olduğu bulunmuştur ve birbirlerinden fark göstermedikleri görülmüştür (P>0.05). C22:5 n-3 ergin olmayan balıklarda % 2.37±0.10, ergin balıklarda % 0.65±0.01 olarak belirlenip, aralarında istatistik bir farkın olduğu saptanmıştır (P<0.05). C22:6 n-3, ergin ve ergin olmayan dişi eşeylerin kas dokusunda yüksek miktarlarda bulunup, erginleşmemiş balıklarda %11.37±0.21, erginleşmiş balıklarda ise %9.72±0.15 olarak bulunmuştur ve aralarındaki farkın istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.05).

**Tablo 11.** Erginleşmiş ve erginleşmemiş *O. mykiss* erkek ve dişilerinin kas dokusu yağ asit formlarının beslendikleri yem yağ asit formları (%) ile karşılaştırılması

Yağ asidi formu	Pelet 6 numara yem Ort <sup>±</sup> S.H	Erginleşmiş Erkek Ort <sup>±</sup> S.H	Erginleşmiş Dişi Ort <sup>±</sup> S.H	Pelet 4 numara yem Ort <sup>±</sup> S.H	Erginleşmemiş Erkek Ort <sup>±</sup> S.H	Erginleşmemiş Dişi Ort <sup>±</sup> S.H
Σ DYA	33.76±0.18a	35.02±0.35b	32.91±0.19ac	27.64±0.25d	32.60±0.31c	35.26±0.10b
Σ TÇD <sub>m</sub> YA	46.39±0.04a	37.45±0.12b	39.79±0.51c	39.36±0.11c	37.42±0.18b	32.60±0.21d
Σ n-6AD <sub>m</sub> YA	16.78±0.10a	14.22±0.15b	14.26±0.28b	11.47±0.09c	11.78±0.20c	14.99±0.22d
Σ n-3AD <sub>m</sub> YA	3.07±0.24a	13.96±0.73b	12.99±0.03c	21.53±0.44d	18.19±0.29e	16.81±0.17f
Σ n-3 / n-6	0.18±0.02a	0.99±0.06b	0.91±0.02b	1.88±0.05c	1.54±0.00d	1.12±0.03e

\*: Her veri üç tekrarın ortalamasıdır. t: Her satırda aynı harflerle belirlenen veriler 0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir. S.H.: Standart hata. TDYA: Toplam doymuş yağ asidi. TMYA: Toplam monoen yağ asidi. TÇD<sub>m</sub>YA: Toplam iki, üç ve dört çift bağ içerebilen n-6 seri yağ asidi. TAD<sub>m</sub>YA: Toplam aşırı doymamış yağ asidi.

Ergin ve ergin olmayan dişi *O. mykiss*'lerin kas dokusu toplam n-3 formu AD<sub>m</sub>YA yüzdesi (Tablo 10 ve 11) erginleşmemiş balıklarda %16.81±0.17, erginleşmiş balıklarda ise %12.99±0.03 oranında bulunmuştur ve aralarındaki farkın önemli olduğu ortaya çıkmıştır (P<0.05).



#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada kullanılan erginleşmiş ve erginleşmemiş erkek ve dişi *O. mykiss*'lerin boy ve ağırlıkları arasında istatistiki farkların olması, ergin balıkların ergin olmayanlara göre gelişim süreçlerini tamamlamış olduklarından kaynaklanabilir. Bununla birlikte ergin balıkların ağırlıklarında görülen farkların ise ferdi olabileceği kanısını uyandırmaktadır.

Balıkların karaciğer ve gonad ağırlıklarındaki istatistiki farklar eşeyssel olgunlaşma durumundan kaynaklanabileceği gibi, erginleşmiş ve erginleşmemiş balık grupları içerisinde ise cinsiyet durumu ile birlikte balığın iyi ya da eksik beslenmesinden kaynaklanabileceğini akla getirmektedir.

Balıkların kimyasal bileşimlerini bilmek, onun besin değerini tanımda ve besin teknolojisi açısından çok önemlidir. Balığın kimyasal bileşimi türden türe değiştiği gibi, balığa verilen yemin içeriği de balığın kimyasal bileşimi üzerinde etkilidir. Aynı balık türlerinin kimyasal bileşimleri de farklılık gösterebilmektedir. Bu farklılıklar balığın türüne, yaşına, cinsiyetine, hasat zamanına, yetiştirildiği bölgeye, beslenme şekline ve zamanına, vücut bölgelerine, eşeyssel olgunluk durumuna ve büyüklüğüne bağlıdır (Uysal ve ark., 2002).

Ortamdaki O<sub>2</sub> ve sıcaklığın değişken olmasının balıkların metabolizması üzerine doğrudan etkili olabileceği bilinmektedir. Bunun altındaki etken sebep ise, balıkların soğuk kanlı (poikiloterm) hayvanlar olmaları ve değişen sıcaklık koşullarına bağlı olarak yağ asit metabolizmalarını değiştirebilmelerinde yatmaktadır (Farkas ve Csengeri, 1976; Henderson ve Sargent, 1981; Akpınar ve Aksoylar, 1988).

Membranlarda fosfolipitlerin, kolesterolün ve özellikle doymamış yağ asitlerinin bulunuşunun membran akışkanlığının kontrol edilmesinde oldukça önemli olduğu kabul edilmektedir. Membran yapısına giren bu bileşiklerin miktarları ve yapıdaki yağ asitlerinin doymamışlık derecesi, membrana bağlı enzimlerin aktiviteleri ile permeabilededeki 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 (Farkas, 1984; Akpınar ve Aksoylar, 1988).

*Cyprinus carpio* L.'un toplam lipit ve fosfolipitlerindeki yağ asit bileşimlerine sıcaklığın etkisi araştırılmıştır. Düşük sıcaklıklarda uzun zincirli AD<sub>m</sub>YA'lerinin daha fazla sentezlendiği belirlenmiş ve balıkların ortam sıcaklığına göre yağ asitlerinin biyosentezini hızlı bir şekilde ayarlayabildikleri tespit edilmiştir (Farkas ve Csengeri, 1976).

Cho ve ark. (2005) optimum tuzluluk ve sıcaklık koşulları altında yetiştirilen erginleşmemiş *Scophthalmus maximus*'un gelişim ve vücut kompozisyonu üzerine besinsel protein ve lipit seviyelerinin etkilerini araştırmışlardır. Artırılmış besinsel lipit seviyesinin balığın ağırlık kazanımı ve spesifik gelişim hızını artırdığını, artırılmış protein seviyesininse bu parametreleri artırmadığını saptamışlardır. Yine aynı şekilde tüm vücudun ham lipit içeriğinin besinsel lipit seviyesiyle önemli bir şekilde etkilenmesine karşın, protein seviyesiyle etkilenmediği belirlenmiştir. Tüm protein seviyelerinde, düşük lipit seviyesiyle beslenen balıklarda n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'leri olan C22:5 n-3 ve C22:6 n-3'ün miktarlarının önemli bir şekilde arttığı saptanmıştır.

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) diyetel yemlerin etkilerini araştırmışlardır. Sıcaklık ve palmye yağının karaciğer toplam lipitlerine önemli bir şekilde etki etmediğini ve tamamen balık yağı içeren ve palmye yağı içermeyen yemle beslenen (P0 besini) grupların karaciğerlerinde en yüksek miktarda bulunan yağ asidinin C22:6 n-3 olduğunu saptamışlardır. Tamamen palmye yağı içerip balık yağı içermeyen yemle (P100 besini) beslenen gruplarda ise C22:6 n-3 miktarının önemli bir şekilde düştüğünü saptamışlardır.

Fonseca-Madrigal ve ark. (2005) 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 n-3 miktarlarını göstermesine karşın, balık yağının azaltıldığı ve yerine palmye yağının ilave edildiği, P50, P75 ve özellikle P100 diyetiyle beslenen gruplarda ise

C22:6 n-3 miktarlarının çalışılan tüm dokularda önemli bir şekilde düştüğü saptanmıştır.

*O. mykiss*'in erken gelişim safhasında (yumurta, embriyo, alevin ve fry) enerji kaynağı olarak C14:0, C16:1 n-7, C18:1 n-9 gibi doymuş ve tek çift bağ içeren doymamış yağ asitlerini kullandığı ve erken gelişim süresince C18:3 n-6, C18:4 n-3, C20:2 n-6 ve C22:5 n-3 yağ asidi miktarlarının azaldığı saptanmıştır (Haliloğlu ve ark., 2003).

Zengin ve ark. (2003) *O. mykiss*'in yumurtadan itibaren izlenen bütün gelişim safhalarında, yağ asit bileşiminde kalitatif bir değişimin olmadığını gözlemişlerdir. Ancak C18:0, C18:1, C18:2, C20:5 ve C22:6 yağ asitlerinde miktarsal olarak önemli değişimlerin olduğunu bulmuşlardır.

Besinsel yağ asitlerinin kullanıldığı bir çalışmada, erginleşmemiş *Sciaenops ocellatus* bireyleri protein içeriği aynı ancak % 0, 7, 14 ve % 21 lipit içeriğine sahip besinlerle beslenmiş ve besinsel lipit konsantrasyonunun ağırlık kazanımını önemli bir şekilde etkilediğini saptamışlardır. Karaciğer hepatosomatik indeks (HSI) ve intraperitoneal yağ (IPF) oranı, % 7 lipit içerikli besinle beslenenlerde düşük iken, % 21 lipit içeren besinle beslenenlerde en yüksek olarak bulunmuştur (Craig ve ark., 1999).

Schulz ve ark. (2005) erginleşmemiş *Sander lucioperca*'nın sebze yağları (soya ve keten yağı) ve balık yağı ile beslemişler ve vücut bileşimi ve doku seviyesindeki 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.

Yağ asit içeriği farklı iki yemle beslenen ve aç bırakılan *O. mykiss*' in kas dokusu yağ asit bileşimleri araştırılmıştır. Buna göre, beslenen ve aç bırakılan balıkların yağ asit bileşimlerinde kalitatif bir değişim meydana gelmemiştir.

TÇD<sub>m</sub>YA ve AD<sub>m</sub>YA yüzdelerinin uzun süreli açlık periyodunda (28. gün) azaldığı belirlenmiştir (Akpınar ve Konar, 2002).

Yıldız ve Şener (2004) erginleşmemiş *Dicentrarchus labrax* (levrek)'ları balık yağı, soya yağı ve zeytinyağıyla beslemişlerdir. Tüm vücuttaki yağ asit analizlerinde en yüksek C22:5 n-3 ve C22:6 n-3 değerleri balık yağıyla beslenen gruplarda gözlenirken, en yüksek C18:3n-3 ve C18:2n-6 miktarlarının soya yağıyla beslenen gruplarda olduğunu, en yüksek C18:1 n-9 miktarlarınınsa zeytin yağı açısından zengin olan yemle beslenen gruplarda açığa çıktığını saptamışlardır.

Şener ve ark. (2005) erginleşmemiş *Asipenser gueldenstaedtii* (Rus mersini) balık yağı, soya yağı ve ayçiçeği yağıyla beslemiş ve bunların büyüme performansı ile yağ asidi bileşimine etkilerini araştırmışlardır. Bitkisel yağlarla beslenen gruplarda toplam n-6 formu AD<sub>m</sub>YA'leri fazla bulunurken, balık yağı ile beslenen gruplarda toplam n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinin fazla olduğunu saptamışlar ve bu bulguların karaciğer dokusu içinde geçerli olduğunu bildirmişlerdir.

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 asitlerinin miktarında önemli derecede azalmanın meydana geldiği bilinmektedir (Medford ve Mackay, 1978; Dabrowski, 1982; Akpınar, 1986).

Akpınar (1986), *Cyprinus carpio* L'un karaciğer yağ asit bileşiminin eşey ve mevsime bağlı değişimini araştırmıştır. Her iki eşeyin karaciğer yağ asit bileşiminin kalitatif yönden farklı olmadığını ve uzun zincirli AD<sub>m</sub>YA'lerinin, DYA'lerine nazaran daha fazla değişime uğradıklarını saptamıştır. Bu değişimlerde gonad gelişimi ve üreme periyotlarının doğrudan doğruya etkili olduğu sonucunu çıkarmıştır.

DeWitt (1963) *Gadus callarias*'ın karaciğer lipidinin yumurtlama sonrasında en düşük miktarda olduğunu belirtirken, Deng ve ark. (1976) *Mugil*



*cephalus*'un en yüksek lipit içeriğinin yumurtlama öncesi periyot ile çakıştığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda karaciğer toplam lipitleri erginleşmiş dişilerde (%10.49±1.61), erginleşmiş erkeklerden (%9.86±1.80) daha fazla miktarlarda olduğu bulunmuştur. Erginleşmemiş balıklarda da dişi balıkların (%7.55±0.99), erginleşmemiş erkeklerden (%5.60±0.33) daha fazla lipit miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu verilerden ergin balıkların ergin olmayanlara göre karaciğerlerinde daha fazla lipit depo ettikleri gibi dişi balıklarında erkek balıklardan daha fazla karaciğer lipidine sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu farklılıklarda eşey ve yaşın önemli rol oynadığı düşünülmekle birlikte özellikle dişi balıklarda gonat gelişiminin ve yumurta üretiminin, erkek gonatların gelişimi ve sperm üretiminden daha fazla enerji gerektirebileceği kanısını uyandırmaktadır.

Karaciğer toplam yağ asit miktarını erkek eşeylerde istatistiki fark göstermesine karşın dişi balıklarda fark göstermemesi bu olgunun eşey ile ilgili olabileceğini akla getirmektedir.

Aras ve ark. (2003b) *salmo trutta labrax*'ın karaciğer yağ asit bileşiminin genel olarak C16:0, C18:0, C18:1 n-9 ve C22:6 n-3'ten meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Tocher ve ark. (2004) *O. mykiss* üzerinde 7, 11 ve 15 °C sıcaklıklarda ve farklı miktarda palmiye ve balık yağlarının kombinasyonlarını içeren besinlerle yaptıkları denemelerde karaciğer yağ asit bileşiminin tüm sıcaklık ve besinsel denemelerde genel olarak C16:0, C18:0, C18:1 n-9, C18:2, C20:5 n-3 ve C22:6 n-3' ten oluştuğunu tespit etmişlerdir. Fonseca-Madrigal ve ark. (2005) yine aynı yemleri kullanarak benzer sonuçları yinelemişlerdir.

Çalışmamızda erginleşmiş ve erginleşmemiş eşeylerin karaciğer yağ asitlerinin genel olarak C16:0, C18:0, C18:1 n-9, C20:1 n-9, C18:2 n-6, C20:5 n-3 ve C22:6 n-3'ten meydana geldiği tespit edilmiştir ve verilerimiz yukarıdaki çalışmalar ile uyum göstermektedir. Ayrıca çalışmamızda C22:6 n-3 yağ asidinin erginleşmemiş balıklarda karaciğerde erginleşmiş balıklara göre oldukça yüksek miktarda olduğu saptanmıştır.



Erginleşmiş ve erginleşmemiş balıkların yeminde oldukça fazla miktarlarda bulunan C18:1 n-9, erginleşmiş balıklarda tüm yağ asitleri içerisinde en fazla bulunan yağ asidi olmakla birlikte, erginleşmemiş balıkların karaciğerlerinde erginleşmiş balıklardakinden ve besinlerindeki az miktarlarda olduğu tespit edilmiştir. Yine aynı şekilde C14:0'ın yemde fazla bulunmasına karşın, erginleşmiş ve erginleşmemiş balıkların karaciğerlerinde düşük miktarlarda bulunduğu görülmektedir. Bu yağ asitlerinin dokuda yeme nazaran az miktarlarda temsil edilmesi, balıkların bu yağ asitlerini enerji elde etmede tercihi olarak kullanılabildikleri kanısını uyandırmaktadır.

Karaciğerin besinsel yağ asitlerini etkin bir şekilde yansıtabildiği düşünülürse, ergin ve ergin olmayan balıkların besininde C18:2 n-6'nın yüksek miktarlarda bulunmasına rağmen, tüm eşeylerin karaciğerinde yemde bulunan miktarından oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Bu veri temel bir yağ asidi olan C18:2 n-6'nın karaciğerde etkin bir şekilde daha uzun zincirli AD<sub>m</sub>YA'lerine dönüştürülebildiğini önerebilir. Özellikle C22:6 n-3'ün erginleşmiş balıkların yeminde az bulunmasına karşın karaciğerlerinde yüksek miktarlarda bulunması ve erginleşmemiş balıklarda yemde fazla olmasına rağmen karaciğerde bu miktarın oldukça üzerindeki miktarlarda bulunması buna bir kanıt gösterilebilir.

Üreme periyodu esnasında kas dokusu toplam lipit ve toplam yağ asidi değişimini *Capoeta trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus*'da inceleyen bir çalışmada, her iki türün erkek ve dişi bireylerinde toplam lipit ve toplam yağ asidi miktarının Haziran ayında yüksek olduğunu ve Ağustos ayında ise azaldıkları saptanmıştır. Dişi bireylerde üreme döneminde doymamış yağ asitlerinin düzenli bir şekilde azalırken, erkeklerde bu azalışın düzenli olmadığı ve toplam lipit, yağ asidi ve bireysel yağ asidi oranlarının değişiminde üreme periyodundaki faaliyetlerin etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Konar ve ark., 1999).

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 asidi miktarlarında 7. günden itibaren bir azalma, beslenen balıklarda ise 7. günden sonra ise artış meydana geldiğini bildirmiştir.

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 beslenmişlerdir. 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 lipidinin çoğunluğunu polar lipitlerin ve aşırı doymamış yağ asitlerinin oluşturduğunu saptamışlardır.

Zhou ve ark. (1996) *Salmo salar*'da erkek balıkların kas dokusu lipit içeriğinin ( $10.82 \pm 0.34$ ) dişi balıklarinkinden ( $9.01 \pm 0.45$ ) yüksek olduğunu bulmuşlardır. Dişi salmonların daha düşük doku lipit içeriğinin nedeninin olgunlaşan yumurtalara kas dokusundan lipitlerin taşınımından dolayı olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda ergin erkek balıklar ( $7.44 \pm 0.13$ ) erginleşmemiş erkeklerden ( $5.88 \pm 1.25$ ), ergin dişi balıklar ise ( $6.72 \pm 0.83$ ) erginleşmemiş dişilerden ( $4.12 \pm 1.56$ ) daha fazla kas lipidine sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu veriler Zhou ve ark. (1996)'nın bulguları ile paralellik göstermektedir ve kas dokusu lipidinin gonat gelişimindeki aktif rolünü desteklemektedir. Erginleşmiş eşeylerin erginleşmemişlerden daha fazla kas dokusu toplam yağ asidi miktarlarına sahip olmalarında yaşın önemli bir faktör olduğu söylenebilir.

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 n-9, C18:2 n-6 ve C22:6 n-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 (Yayınlanmamış bilgi).

Çalışmamızda ergin ve ergin olmayan balıkların kas dokusu yağ asit bileşimlerinin genel olarak C16:0, C18:0, C18:1 n-9, C18:2 n-6 ve C22:6 n-3'ten oluştuğu görülmüştür. Yukarıdaki çalışmalarla karşılaştırıldığında verilerimizin daha önce yapılan çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir.

Tüm grupların kas dokusu n-6 formu yağ asitleri değerlendirildiğinde, sadece C18:2 n-6 kayda değer miktarlarda saptanırken diğer tüm n-6 formu yağ asitlerinin %1-2 arasında bulunduğu saptanmıştır. Bu durum yemde C18:2 n-6'nın fazla, diğer n-6 formu yağ asitlerinin ise az bulunmasından kaynaklanabilir.

Erginleşmemiş eşeylerin kas dokusunda n-3 formu AD<sub>m</sub>YA'lerinin n-6 formu AD<sub>m</sub>YA'lerine nazaran daha fazla bulunmasına karşın, erginleşmiş balıklarda n-6 formu yağ asitleri n-3 formu yağ asitlerinden miktar olarak fazla bulunmuştur. Bu durum erginleşmemiş balıkların besininde n-3 formu, erginleşmiş balıkların besininde ise n-6 formu yağ asitlerinin daha fazla bulunmasıyla açıklanabilir.

Karaciğer ve kas dokuları yağ asit formları açısından karşılaştırıldığında, her iki dokusunda n-3 formu yağ asitlerini bol miktarda içermelerine karşın, karaciğerin daha fazla n-3 formu yağ asidi miktarına sahip olduğu bulunmuştur. Kas dokusu ise karaciğere nazaran daha fazla DYA miktarlarına sahiptir. Bu veri kullanılan besinin yağ asit içeriğine bağlı olarak dokuların kendi yağ asit bileşimlerini farklı şekillerde düzenleyebilmeleriyle açıklanabilir.

Kemikli balıkların birçoğu ebeveyn bakımı istemez ve internal üremeden yoksundurlar. Bu üreme şekli büyük enerji harcamasını da beraberinde getiren bol miktarda yumurta ve spermin üretimini gerektirir. Balıklarda gamet üretimi için temel enerji kaynağı ise yağdır (De Vlaming ve ark., 1978). Diana ve Mackay (1979) gonad gelişimi ve olgunlaşma için gereksinilen enerji miktarında eşeyler arasında büyük farklılıkların olabileceğini ve bunun nedeninin ise ovaryum

dokusunun testikular dokudan çok daha fazla enerji gerektirmesi olduğunu belirtmiştir.

Kozlova (1998) gonadların seksual hormonları sentezlediği ve testislerden çok daha fazla toplam lipit (özellikle triaçilgliserol) biriktirdiğini, bunun yavru için enerji gereksinimi, yaşam tarzı, beslenme seviyesi ve türlerin üreme ekolojisi ile ilişkili olabileceğini bildirmiştir. Kara ve Çelik (2000), Sır baraj gölünde yaşayan *Chondrostoma regium* dişi ve erkek bireylerinin üreme öncesi ve sonrası gonad yağ asit bileşimini araştırmışlardır. Buna göre, dişi ve erkek bireylerde yağ asitlerinin miktarının üreme sonrasında azaldığı ve bazı doymamış yağ asidi oranlarında ise önemli değişme olmadığını belirlemişlerdir. Metin ve Akpınar (2000) *Cyprinion macrostomus* ovaryumlarından elde edilen lipidin testislerden elde edilen değerden çok yüksek olduğunu bulmuşlardır. Bu durumun dişi balıkların gonat gelişimi ve yumurta oluşturması için erkeklerden daha fazla lipide gereksinim gösterdiklerinin bir sonucu olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda erginleşmiş dişi gonatların (%8.62±1.64) erginleşmiş erkek gonatlardan (%4.67±1.05) oldukça fazla lipit oranına sahip olduğu görülmüştür. Bu durum yukarıda gonatlar için belirtilenler kapsamında Metin ve Akpınar (2000)'ın bulgularıyla açıklanabilir. Erginleşmemiş dişilerin gonatlarının (%18.88±3.41) erginleşmemiş erkeklerinkinden (%6.27±1.95) daha fazla lipit içermesi bu olgunun eşey ile ilişkili bir durum olduğunu göstermekle birlikte erginleşmemiş balıkların daha fazla gonadal lipide sahip olması Tablo 2'de sunulduğu üzere analizlenen doku örneklerinin 1 g'ın oldukça altında olması ve dolayısıyla yüzdeler oranda daha fazla çıkması ile açıklanabilir. Gonadal yağ asidi miktarlarının erginleşmiş balıklarda erginleşmemiş balıklarinkinden daha fazla olması bu olgunun yaş ile ilişkili olabileceğini akla getirmektedir.

Balık gruplarının beslendikleri pelet 4 ve 6 numara yemlerin kalitatif olarak fark göstermeyip, yağ asit bileşimlerinin C 14:0, C 16:0, C 18:0, C 16:1 n-9, C 18:1 n-9, C 20:1 n-9, C 22:1 n-9, C 18:2 n-6 ve C 22:6 n-3 yağ asitlerinden meydana geldiği belirlenmiştir. Her iki yemde bulunan bu bireysel yağ asitlerinin miktarsal olarak fark gösterdiği tespit edilmekle birlikte en bariz farkın C22:6 n-3' te olduğu görülmektedir.

Ayrıca erginleşmiş balıkların beslendikleri pelet 6 numara yemde C22:5n-3'ün bulunmamasına karşın ergin balıkların karaciğer ve kas dokularında bu yağ asidinin bulunması, *O. mykiss*'in C22:5 n-3'ün sentezini gerçekleştirebildiğini göstermektedir. Zengin ve ark. (2003)'e göre bu durum *O. mykiss*'in temel yağ asitlerinden (C18:2 n-6 ve C18:3) uzun zincirli AD<sub>m</sub>YA'lerini sentezleyebilmeleriyle açıklanabilmektedir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlardan erginliğe ulaşmış balıkların karaciğer, kas dokusu ve gonatlarındaki toplam lipit miktarının ve toplam yağ asidi miktarının eşeye ve erginlik durumuna göre farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Grupların gerek karaciğer yağ asit bileşimlerinde gerekse kas dokusu yağ asit bileşimlerinde kalitatif benzerlikler sergilemelerinin yanında kantitatif farkların bulunduğu ve insan sağlığı açısından çok önemli bir parametre (Aras ve ark., 2003a) olan n-3/n-6 oranının erginleşmemiş balıkların karaciğerlerinde ve kas dokularında erginleşmiş gruplara göre çok daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum göz önüne alındığında erginleşmemiş balıkların tüketilmesinin daha sağlıklı olacağı söylenebilir.

## 5. KAYNAKLAR

- 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.** 11, 1, 1-9.
- Akpınar, M. A. 1999. Besinsel yağ asitlerinin ve açlığın *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843'un kas dokusu yağ asidi bileşimine etkisi. **Tr. J. of Biology.** 23, 309-317.
- Akpınar, M. A., Aksoylar, M. Y. 1988. *Garra rufa* Heckel, 1843'nın yağ asidi bileşimine sıcaklığın, besinsel yağ asitlerinin ve açlığın etkileri. **Doğa Tu. Bio.** 12, 1, 1-8.
- Akpınar, M. A., Konar, V. 2002. The fatty acid composition in the muscle tissue of starved and fed *Oncorhynchus mykiss*. **F. Ü. Fen ve Müh. Derg.** 14(1), 11-18.
- Aras, N.M., Haliloğlu, H.İ., Atamanalp, M., Kocaman, E. M. 2003 a. Damızlık gökkuşuğu alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) yumurta ve spermelerinin yağ asidi kompozisyonunun karşılaştırılması. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.** 27, 833-837.
- Aras, N.M., Haliloğlu, H.İ., Ayık, Ö., Yetim, H. 2003 b. Comparison of fatty acid profiles of different tissues of mature trout (*Salmo trutta labrax*, Palas, 1811) caught from Kazandere creek in the Çoruh region, Erzurum, Turkey. **Turk. J. Vet. Anim. Sci.** 27, 311-316.
- Bell, J. G., Tocher, D. R., Farndale, B. M., McVicar, A. H. and Sargent, J. R. 1999. Effects of essential fatty acid-deficient diets on growth, mortality, tissue histopathology and fatty acid compositions in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). **Fish. Physiol. Biochem.** 20, 263-277.
- Cahu, C. L., Zambonino Infante, J. L., Corraze, G. and Coves, D. 2000. Dietary lipid level affects fatty acid composition and hydrolase activities of intestinal brush border membrane in seabass. **Fish. Physiol. Biochem.** 23, 165-172.

- Cameron, C., Gurure, R., Reddy, K., Moccia, R. and Leatherland, J.** 2002. Correlation between dietary lipid:protein ratios and plasma growth and thyroid hormone levels in juvenile Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (Linnaeus). **Aquacult. Res.** 33, 383-394.
- Cantwell, M. M.** 2000. Assesment of the individual faty acid intake. **P. Nutr. Soc.** 59, 187-191.
- 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.
- Craig, S.R., Washburn, B.S. and Gatlin, D. M.** 1999. Effects of dietary lipids on body composition and liver function in juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. **Fish. Physiol. Biochem.** 21, 249-255.
- Cowey, C. B. and Sargent, J. R.** 1972. Fish nutrition. **Adv. Mar. Biol.** 10, 383-492.
- Çelik, M.** 2000. Su sirkülasyonunun Gökkuşuğu 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 Üniversitesi 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.
- De Vlaming, V. L., Kuris, A., Parker, F. R.** 1978. Seasonal variation of reproduction and lipid reserves in some subtropical Cyprinodontids. **Trans. Am. Fish. Soc.** 107(3), 464-472.
- Deng, J. C., Orthoefer, F. T., Dennison, R. A. and Watson, M.** 1976. Lipids and fatty acids in mullet (*Mugil cephalus*): seasonal and locational variations. **J. Food Sci.** 41, 1479-1483.
- DeWitt, K. W.** 1963. Seasonal variations in cod liver oil. **J. Sci. Food Agric.** 14, 92-98.



- Diana, J. S. and Mackay, W. C.** 1979. Timing and magnitude of energy deposition and loss in the body, liver and gonads of northern pike (*Esox lucius*). **J. Fish. Res. Board Can.** 36, 5, 481-487.
- 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.
- Duncan, D. B.** 1955. Multiple range and multiple F tests. **Biometrics.** 11, 1-41.
- 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.** 1984. Adaptation of fatty acid composition to temperature. A study of carp (*Cyprinus carpio* L) liver slices. **Comp. Biochem. Phys.** 79B.4.531-535.
- 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.
- Folch, J., Lees, M. and Sldane-Stanley, G. U.** 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **J. Biol. Chem.** 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.
- Gelineau, A., Corraze, G., Boujard, T., Larroquet, L., Kaushik, S.** 2001. Relation between dietary lipid level and voluntary feed intake, growth, nutrient gain, lipid deposition and hepatic lipogenesis in rainbow trout. **Reprod. Nutr. Dev.** 41, 487-503.
- Giese, A. C.** 1968. Cell physiology. **Saunders Co. 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., Yanık, 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.
- Hayashi, K. and Takagi, T.** 1977 a. Lipid metabolism in fish. II. Changes of lipids and fatty acids in the liver of puffer, *Fugu vermiculare porphyreum*, during starvation. **Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.** 28, 4, 193-201.
- Hayashi, K. and Takagi, T.** 1977 b. Seasonal variation in lipids and fatty acids of sardine, *Sardinops melanosticta*. **Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.** 28, 2, 83-94.
- Hayashi, K. and Takagi, T.** 1978. Seasonal variations in lipids and fatty acids of japanase anchovy, *Engraulis japonica*. **Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.** 29, 1, 38-47.
- Henderson, R. J. and Sargent, R. J.** 1981. Lipid biosynthesis in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed diets of differing lipid content. **Comp. Biochem. Phys.** 69C, 31-37.
- Holland, M. C., Hassin, S. and Zohar, Y.** 2000. Gonadal development and plasma steroid levels during pubertal devolepment in captive-reared striped bass, *Morone saxatilis*. **J. Exp. Zool.** 286, 49-63.
- Holub, D. J. and Holub, B. J.** 2004. Omega-3 fatty acids from fish oils and cardiovascular disease. **Mol. Cell. Biochem.** 263, 217-225.
- Kara, C., Çelik, M.** 2000. Fatty acid composition of gonad tissue in female and male *Chondrastoma regium* (Heckel, 1843) living in Ceyhan river, Kahramanmaraş-Turkey. **Fen ve Müh. Derg.** 3, 1, 160-166.
- Kinsella, J. E., Shimp, J. C. and Mai, J.** 1978. The proximate and lipid composition of several speciess of fresh water fishes. **Food Sci.** 69, 1-20.

- 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. Gökkuşacağı 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.
- Lauritzen, I., Blondeau, N., Heurteaux, C., Widmann, C., Romey, G. and Lazdunski, M.** 2000. Polyunsaturated fatty acids are potent neuroprotectors. **The EMBO Journal.** 19, 8, 1784-1793.
- Lee S-M.** 2001. Review of the lipid and essential fatty acid requirements of rockfish (*Sebastes schlegeli*). **Aquacult. Res.** 32 (Suppl.1), 8-17.
- Lee, S-M., Kim, D.-J. and Cho, S. H.** 2002. Effects of dietary protein and lipid level on growth and body composition of juvenile ayu (*Plecoglossus altivelis*) reared in seawater. **Aquacult. Nutr.** 8, 53-58.
- Masuda, R.** 2003. The critical role of docosahexaenoic acid in marine and terrestrial ecosystems: from bacteria to human behavior. **The Big Fish Bang. Proceedings of the 26th Annual Larval Fish Conference.** 249-256.
- Miret, S., Saiz, M. P. and Mitjavila, M. T.** 2003. Effects of fish oil- and olive oil-rich diets on iron metabolism and oxidative stress in the rat. **Brit. J. Nutr.** 89, 11-18.
- 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. *Cyprinion macrostomus* (HECKEL, 1843)' un gonatlarında total lipit ve yağ asidi miktarının mevsimsel değişimi. **Turk. J. Biol.** 24, 627-634.
- Mourente, G.** 2003. Accumulation of DHA (docosahexaenoic acid, 22:6n-3) in larval and juvenile fish brain. **The Big Fish Bang. Proceedings of the 26th Annual Larval Fish Conference.** 239-248.
- Nanton, D. A., Lall, S. P. and Mcniven, M. A.** 2001. Effects of dietary lipid level on liver and muscle lipid deposition in juvenile haddock, *Melanogrammus aeglefinus* L. **Aquacult. Res.** 32 (Suppl. 1), 225-234.
- Neuhaus, O. W. and Halver, J. C.** 1969. Fish in research. **Academic Press.** New York. 135p.
- Okuzawa, K.** 2002. Puberty in teleost. **Fish. Physiol. Biochem.** 26, 31-41.
- Rasmussen, R. S., Ostenfeld, 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.
- 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.** 53s.
- Schulz, C., Knaus, U. Wirth, M. and Rennert, B.** 2005. Effects of varying dietary fatty acid profile on growth performance, fatty acid, bodyand 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.
- Sorbera, L. A., Asturiano, J. F., Carrillo, M. and Zanuy, S.** 2001. Effects of polyunsaturated fatty acids and prostaglandins on oocyte maturation in a marin teleost, the European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). **Biology of Reproduction.** 64, 382-389.
- Stansby, M. E.** 1969. Nutritional properties of fish oils. **World. Rew of Nutrition and Dietics.** Vol 11, 46-105. New York.

- Su, K-P., Huang, S-Y., Chiu, C-C., Shen, W. W.** 2003. Omega-3 fatty acids in major depressive disorder A preliminary double-blind, placebo-controlled trial. **Eur. Neuropsychopharm.** 13, 267-271.
- 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.
- 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., Çaklı, Ş., Çelik, U.** 2002. Kültür şartlarında ekstruder pelet yemle beslenen Abant alabalığı (*Salmo trutta abanticus* T., 1954) ile Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792)'nin 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.
- 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. **Prostag. Leukotr. Ess.** 68, 387-398.
- Wodtke, E.** 1978. Lipid adaptation in liver mitochondrial membranes of carp acclimated to different environmental temperatures. **Biochim. Biophys. Acta.** 529, 280-291.
- Xiao-bo, W., Yao-mei, K. U. and Kai-ya, Z.** 2003. Growth response and fatty acid composition of juvenile *Procambarus Clarkii* fed different sources of dietary lipid. **Agricult. Sci. China.** 2, 5, 583-590.

- Yaşar, A.** 1981. Alabalığın (*Salmo trutta*) besin değeri. **Ankara Üniv. Fen Fak. Doktora Tezi. Eylül 1981.**
- Yaçoob, P.** 2004. Fatty acids and the immune system: from basic science to clinical applications. **P. Nutr. Soc.** 63, 89-104.
- Yıldız, M., Şener, E.** 2004. The effect of dietary oils of vegetable 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.
- 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.** 2003. *Oncorhynchus mykiss*' in yumurta, sperm, larva ve diğer gelişim evrelerinde yağ asit seviyelerinin belirlenmesi. **C. Ü. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi.** 150 s.
- Zhou, S., Ackman, R.G., Morrison, C.** 1996. Adipocytes and lipid distribution in the muscle tissue of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 53, 326-332.

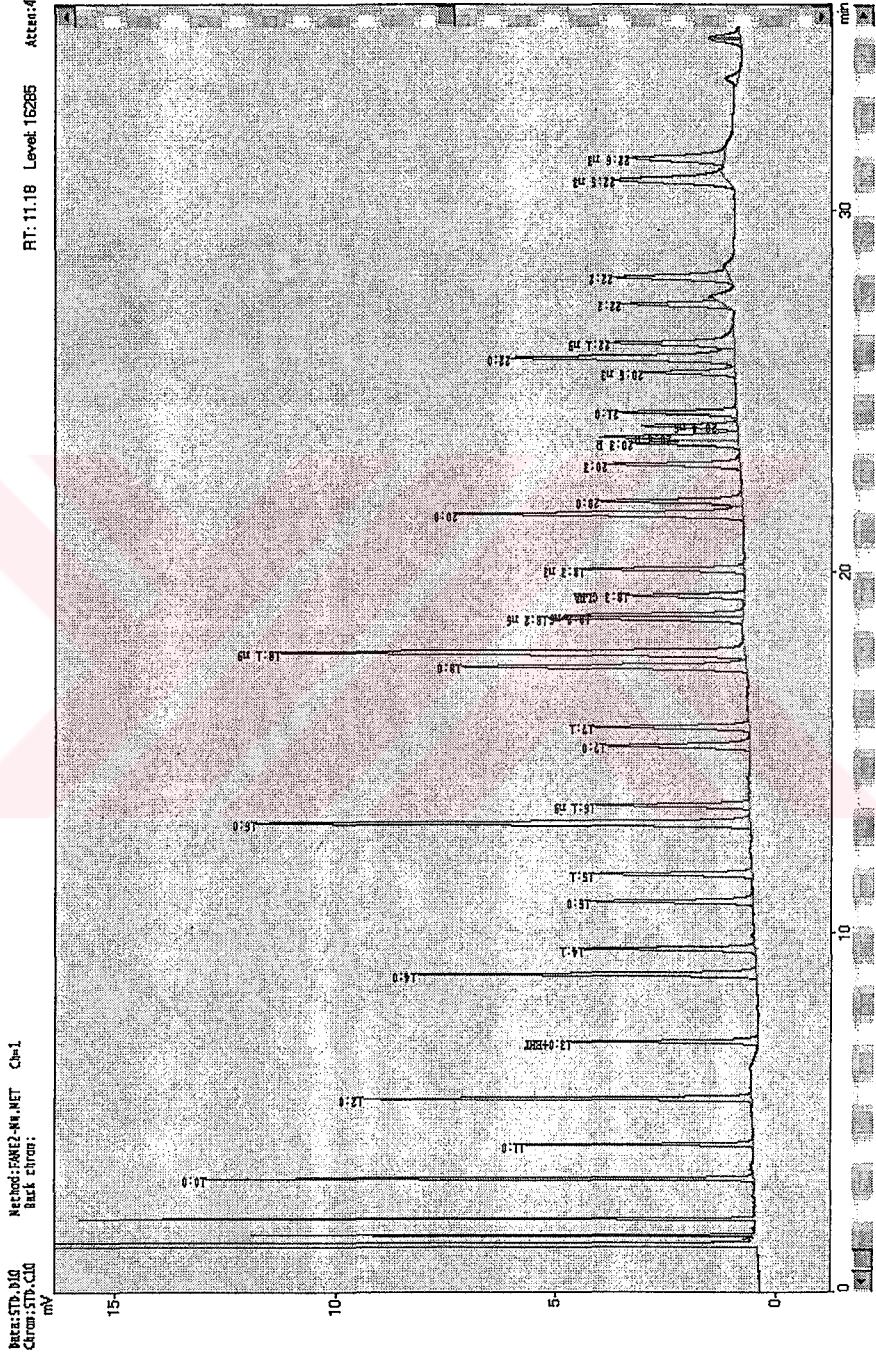
## 6. ÖZGEÇMİŞ

15.09.1981 yılında Sivas'ta doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini Sivas'ta tamamlamıştır. 1999 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nü kazanmış ve 2003 yılında Bölüm birinciliği ve Fakülte üçünlüğü ile mezun olmuştur. 2003 yılında Cumhuriyet üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Genel Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Programını kazanmıştır. Aralık 2004 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak girmiştir. Halen aynı görevi sürdürmektedir.

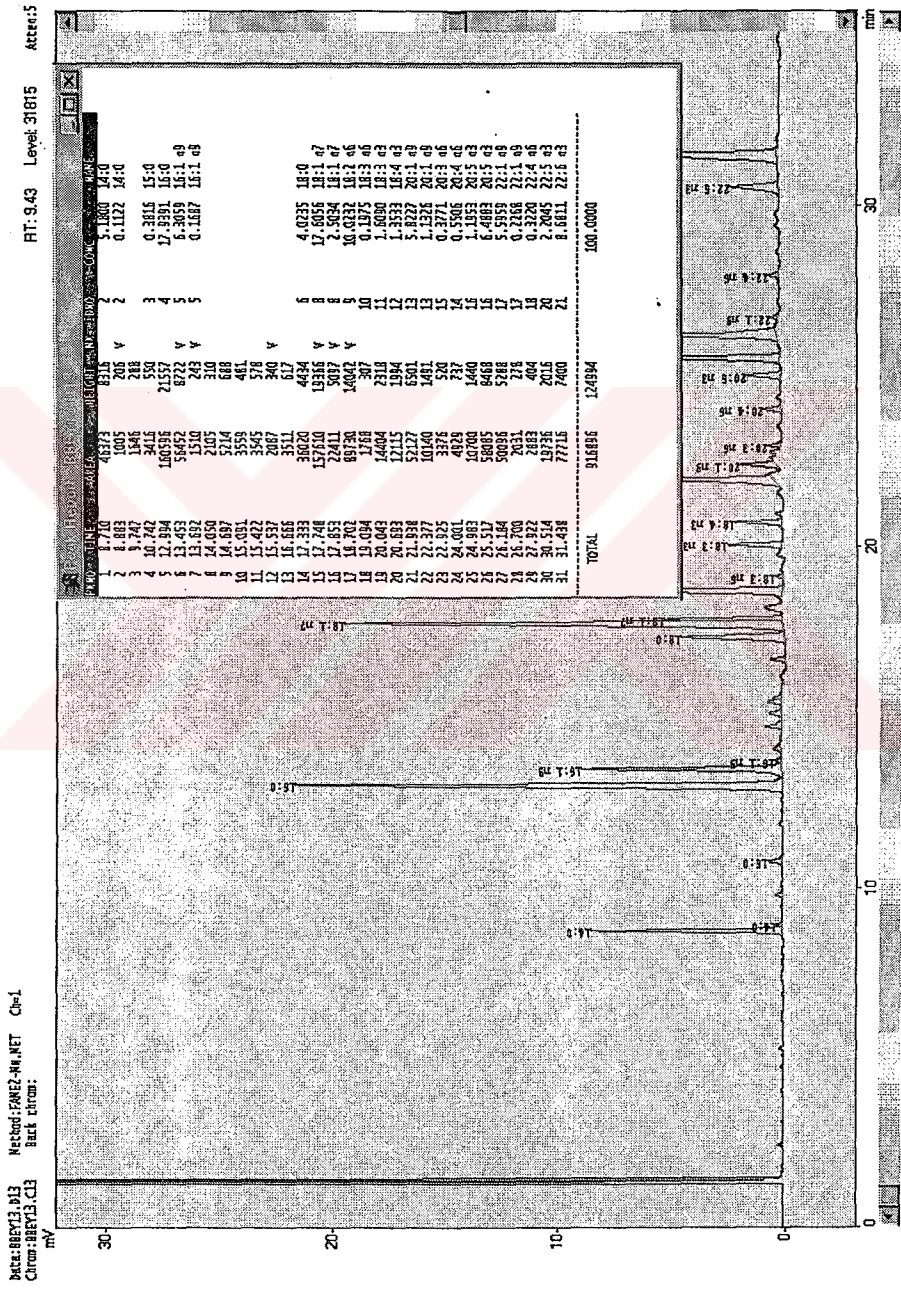




# 7. YAĞ ASIDI BİLEŞİMİ İNCELENEN DOKULARIN GAZ KROMATOGRAFİSİ METİL ESTERLERİNE AİT KROMATOGRAM ÖRNEKLERİ

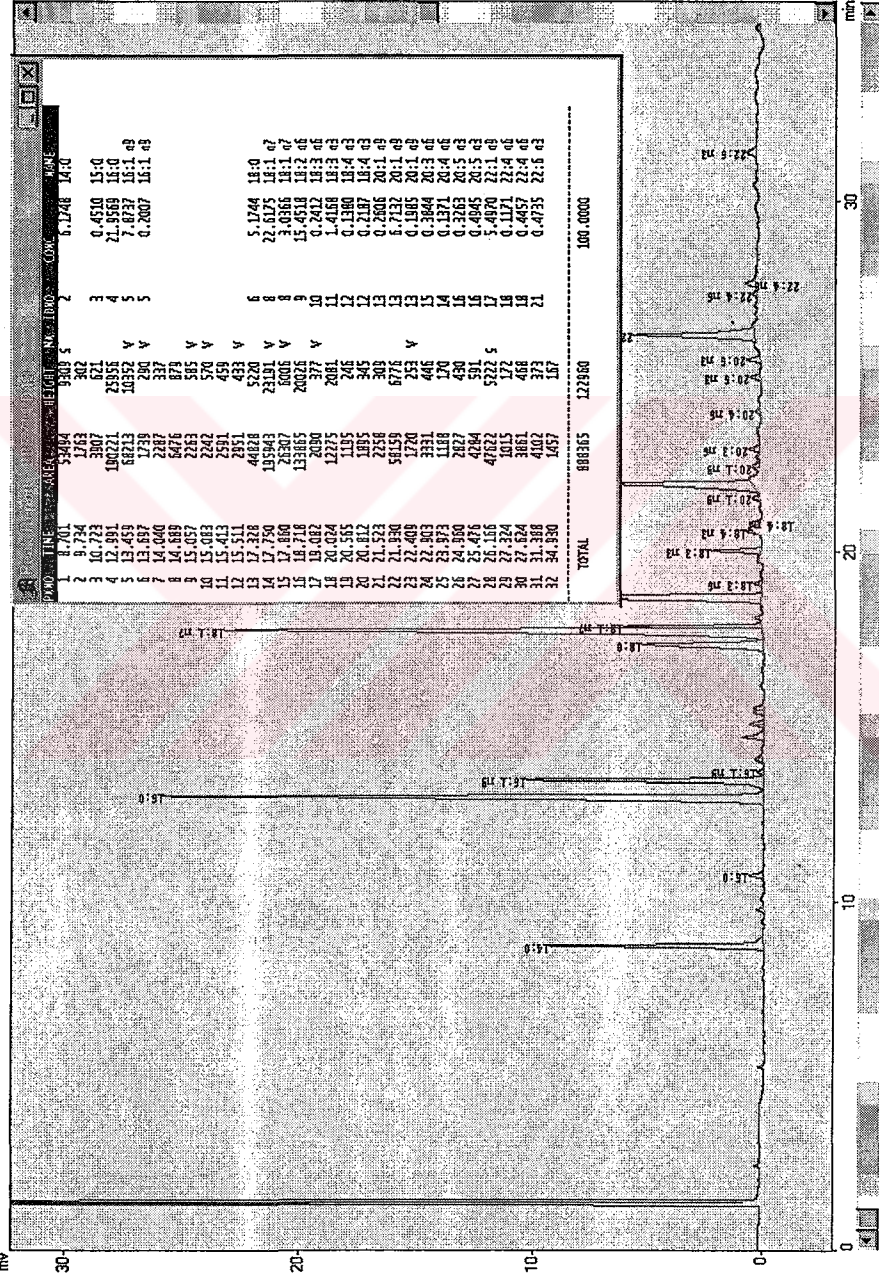


Şekil 1. Gaz kromatografisi standart yağ asidi metil esterleri kromatogramı

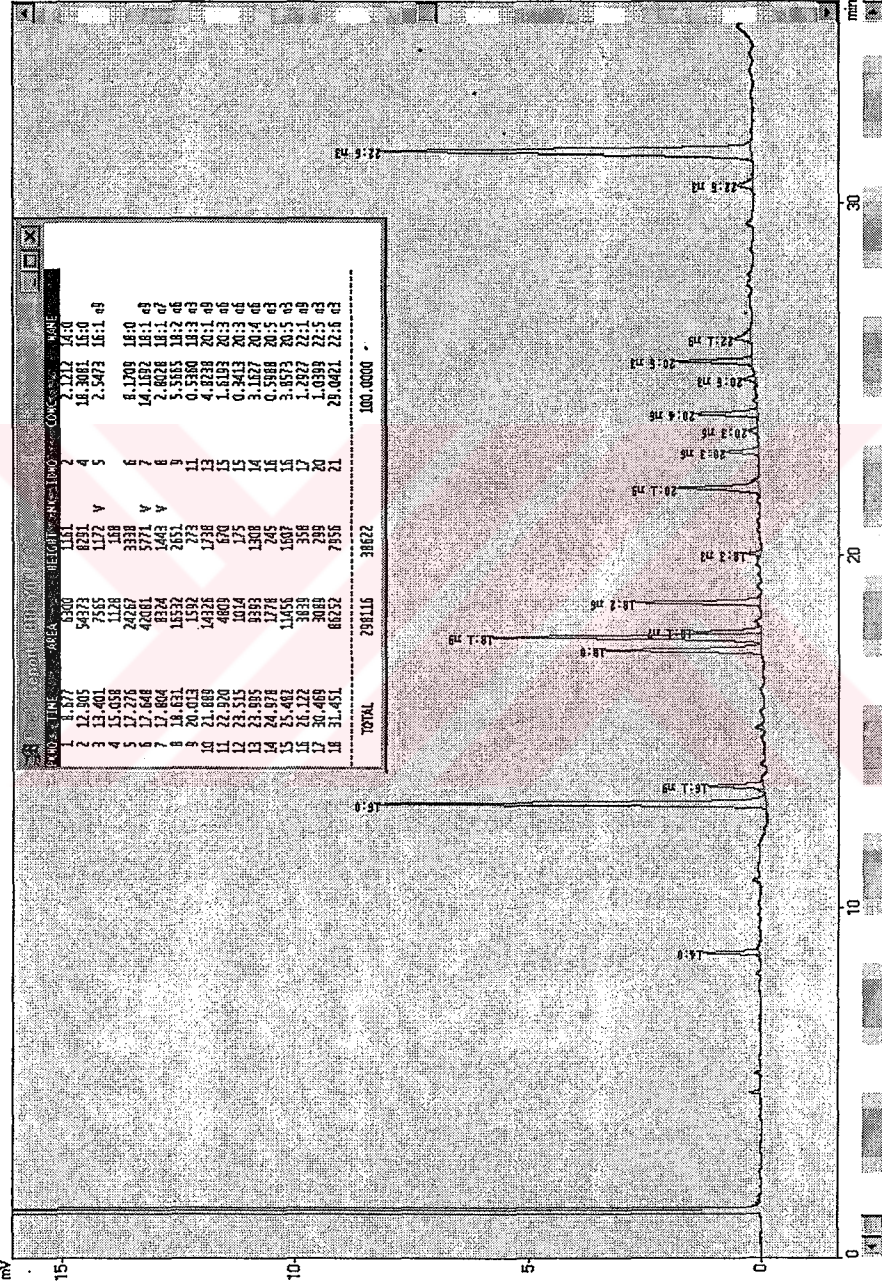


Şekil 2. Pelet 4 numara yem yağ asidi metil esterleri kromatogramı





Şekil 3. Pelet 6 numara yem yağ asidi metil esterleri kromatogramı

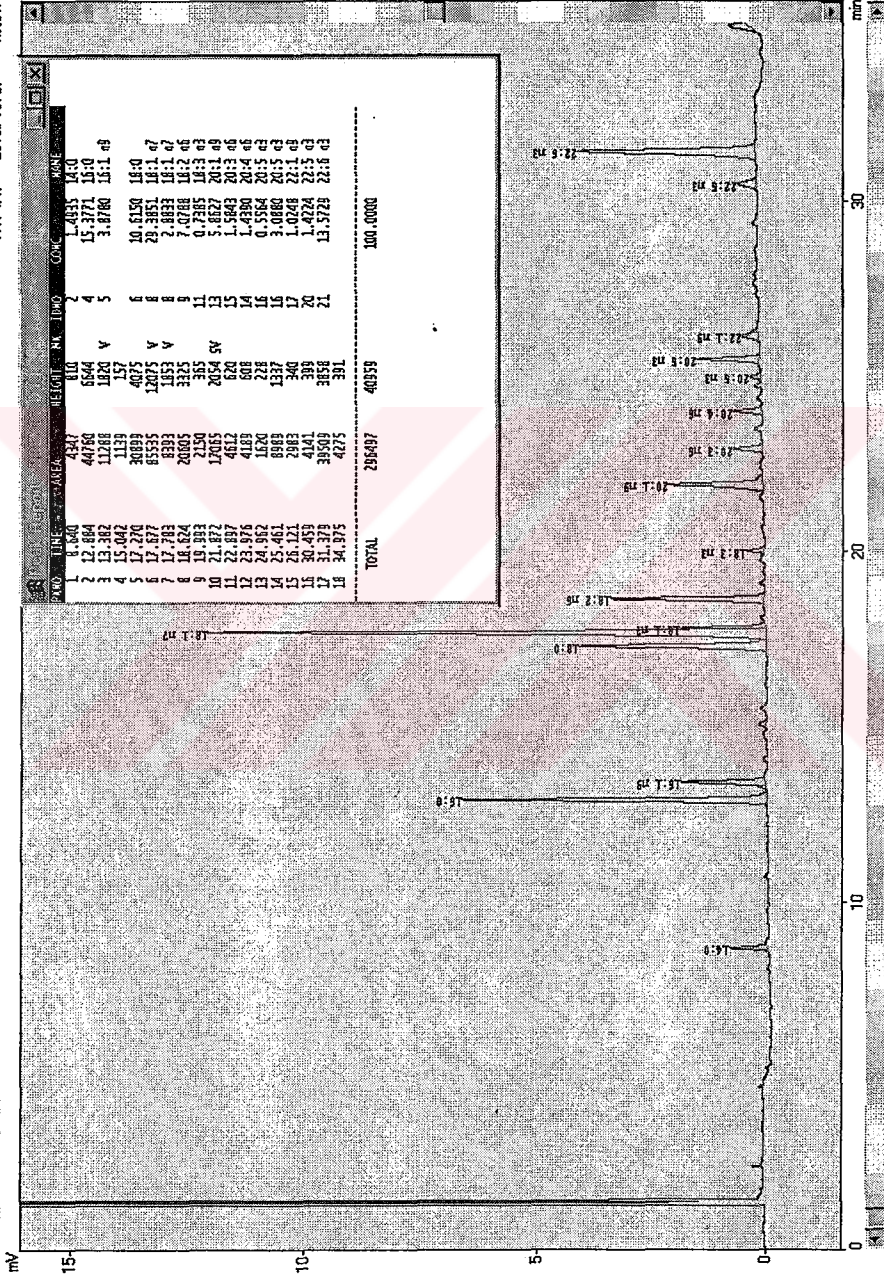


Şekil 4. Ergin olmayan erkek karaciğer yağ asidi metil esterleri kromatogramı



Para: BBEY07.013 Method: FAME2-MK.MET Ch-1  
 Caram: BBEY07.C13 Back Cuton:

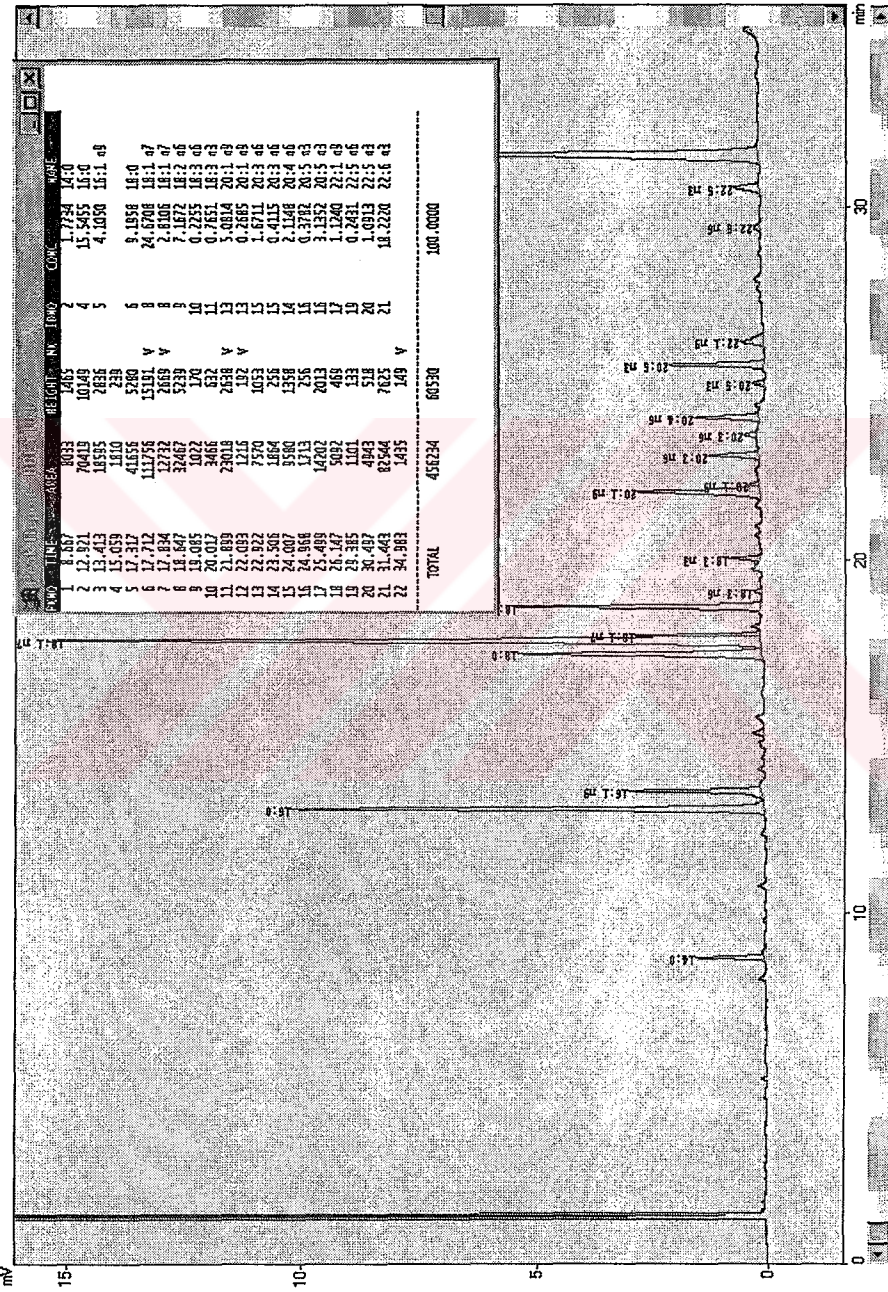
RT: 4.47 Levek: 15767 Arzet: f



Şekil 5. Ergin dışı karaciğer yağ asidi metil esterleri kromatogramı

Data: BREVIO.D13 Method: FAME2-NI.MET C=1  
 Chrom: BREVIO.C13 Back titrom:

RT: 5.92 Level: 15695 Att: 4



Şekil 6. Ergin erkek karaciğer yağ asidi metil esterleri kromatogramı