

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MUNZUR ÇAYI (TUNCELİ)'NDAN YAKALANAN *Salmo trutta*
macrostigma (Dumeril, 1858)'NİN GONADLARINDA YAĞ
ASİTLERİ, KOLESTEROL VE YAĞDA ERİYEN VİTAMİN
DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Esin BAĞCI

Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Kenan KÖPRÜCÜ

Temmuz-2013

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MUNZUR ÇAYI (TUNCELİ)'NDAN YAKALANAN *Salmo trutta macrostigma*
(Dumeril, 1858)'NİN GONADLARINDA YAĞ ASİTLERİ, KOLESTEROL VE
YAĞDA ERİYEN VİTAMİN DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esin BAĞCI
(091128101)

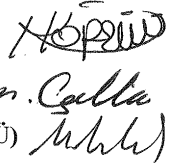
Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 8 Temmuz 2013

Tezin Savunulduğu Tarih: 24 Temmuz 2013

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Kenan KÖPRÜCÜ (F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Metin ÇALTA (F.Ü)

Yrd. Doç. Dr. M. Nuri ÇAKMAK (F.Ü)



TEMMUZ-2013

ÖNSÖZ

Bu konunun araştırılmasında beni bilimsel çalışmaya sevk edip, konu seçimi ile araştırmamın planlanması, yürütülmesi ve tezin yazımında her türlü yardım ve katkılarını esirgemeyen çok değerli danışman hocam sayın Doç. Dr. Kenan KÖPRÜCÜ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın yapılabilmesi için gerekli altyapıyı sunan Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dekanlığı'na, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü'ne ve Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'ne, biyokimyasal analizlerin yapılmasında katkı sağlayan Prof. Dr. Ökkeş YILMAZ'a ve bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Metin ÇALTA'ya teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olup tezimin her aşamasında bana yardımcı olan çok değerli arkadaşım, can dostum Doç. Dr. Zayde ALÇİÇEK'e çok teşekkür ederim. Eğitimim boyunca her zaman yanımda olan ve bana maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen annem Leyla BAĞCI, babam Recep BAĞCI, kardeşlerim Ceyhun BAĞCI ve Elifnur BAĞCI'ya çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamı 2122 nolu proje ile maddi yönden destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi (FÜBAP)'ne teşekkürü bir borç bilirim.

Esin BAĞCI
ELAZIĞ-2013

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLolar LİSTESİ	VIII
1. GİRİŞ	1
1.1. <i>Salmo trutta macrostigma</i> Hakkında Genel Bilgiler	2
1.2. Lipitlerin Sınıflandırılması	4
1.2.1. Yağ Asitleri.....	5
1.2.2. Lipitlerin Fonksiyonları	6
1.2.3. Deniz Balıklarında Yağ Asitleri	7
1.2.4. Tatlısu Balıklarında Yağ Asitleri.....	12
1.2.5. Yağ Asitleri ile Vitamin E'nin Yumurtlama Verimliliğine Etkisi.....	15
1.2.6. Yağ Asitleri ile Vitamin E'nin Fertilizasyona Etkisi.....	16
1.2.7. Yağ Asitleri ile A ve E Vitaminlerinin Embriyo Gelişimine Etkisi	16
1.2.8. Yağ Asitlerinin Larva Kalitesine Etkisi.....	17
1.3. Kolesterol.....	18
1.3.1. Balıklarda Kolesterol	18
1.4. Yağda Eriyen Vitaminler	20
1.4.1. Vitamin A	20
1.4.2. Vitamin D	22
1.4.3. Vitamin E	23
1.4.4. Vitamin K	24
1.4.5. Deniz Balıklarının Yağda Eriyen Vitamin İhtiyaçları	25
1.4.6. Tatlısu Balıklarının Yağda Eriyen Vitamin İhtiyaçları.....	26
2. MATERYAL VE METOT.....	28
2.1. Materyal.....	28
2.2. Metot.....	28
2.2.1. Denemenin Planlanması ve Uygulanması	28
2.2.2. Kondisyon Faktörü	29

2.2.3. Gonadosomatik İndeks	29
2.2.4. Yaş Tayini.....	30
2.2.5. Kimyasal Analizler	30
2.2.5.1. Yağ Asitleri Analizi.....	30
2.2.5.2. Kolesterol, A, D, E ve K Vitaminlerinin Analizi	31
2.2.5.3. Balıkların Avlandığı Munzur Suyunun Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen ve pH Değerleri	32
2.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi	33
3. BULGULAR.....	34
3.1. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın Boy ve Ağırlık Değerleri	34
3.2. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın Ham Besin Madde Düzeyleri	35
3.3. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın Kondisyon Faktörü ve Gonadosomatik İndeks Değerleri	35
3.4. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın Gonadlarındaki Yağ Asit Düzeyleri	36
3.5. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın Gonadlarındaki Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitamin Düzeyleri.....	40
3.6. Balıkların Avlandığı Munzur Suyunun Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen ve pH Değerleri.....	44
4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA.....	45
4.1. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın Etindeki Ham Besin Madde Düzeyleri.....	46
4.2. Kondisyon Faktörü ve Gonadosomatik İndeks.....	47
4.3. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın Gonadlarındaki Yağ Asit Düzeyleri	47
4.4. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın Gonadlarındaki Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitamin Düzeyleri.....	50
4.5. Balıkların Avlandığı Munzur Suyunun Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen ve pH Değerleri	51
KAYNAKLAR	52
ÖZGEÇMİŞ	68

ÖZET

Bu çalışmada, Munzur Çayı (Tunceli)'ndan Eylül 2010 ile Şubat 2011 tarihleri arasında yakalanan *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nın gonadlarında üreme dönemi öncesinde (Eylül-Ekim), üreme döneminde (Kasım-Aralık) ve üreme dönemi sonrasındaki (Ocak-Şubat) yağ asitleri, kolesterol ve yağda eriyen vitaminlerin (A, D, E ve K) düzeyleri araştırıldı. Serpme ağı kullanılarak yakalanan balıklar (ortalama ağırlığı 149,8 (89,35-429,0) g ve ortalama total boyu 23,39 (20,13-32,0) cm olan toplam 200 adet *S. t. macrostigma*) buz içerisinde taşınarak Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne getirildi ve ağırlıkları tartılıp boyları ölçüldü. Gonadların (ovaryum ve testis) ağırlığı gonadosomatik indeks değerinin hesaplanması için tartıldı. Daha sonra, gonadlardan kimyasal analizler için doku örnekleri alındı. Balıkların omurlardaki yaş halkaları sayılarak yaşları belirlendi. Bulgular; doymuş yağ asitleri arasında en yüksek değere stearik asidin sahip olduğunu gösterdi. Bununla birlikte, bulgular stearik asidin üreme dönemi öncesi, üreme dönemi ve sonrası değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P>0,05$) olduğunu gösterdi. Tekli doymamış yağ asitleri arasında palmitoleik asidin en baskın olan yağ asidi olduğu belirlendi. Palmitoleik asidin üreme dönemi öncesi ve sonrası değerleri arasındaki farklılıkların önemsiz ($P>0,05$); üreme dönemi öncesi ve üreme dönemi arasında ise önemli ($P<0,05$) olduğu bulundu. Diğer taraftan bulgular çoklu doymamış yağ asitleri içinde eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitlerinin baskın olarak bulunduğunu gösterdi. Üreme dönemi öncesi, üreme dönemi ve sonrasına ait eikosapentaenoik asit değerleri arasındaki farklılıkların önemsiz ($P>0,05$) olduğu belirlendi. Dokosaheksaenoik asidin üreme dönemi ve sonrası değerleri arasındaki farklılıkların önemli ($P<0,05$), üreme dönemi öncesi ve üreme dönemi arasında ise önemsiz ($P>0,05$) olduğu tespit edildi. Yağda eriyen vitaminler bakımından en yüksek değer α -tokoferolde görüldü. Üreme dönemi öncesi ve üreme dönemindeki α -tokoferol değerleri arasındaki farklılıkların önemsiz ($P>0,05$); üreme dönemi ve sonrasında ise önemli ($P<0,05$) olduğu belirlendi. Üreme dönemi ve sonrasında kolesterol değerleri arasındaki farklılıkların önemsiz ($P>0,05$); üreme dönemi öncesi ve üreme dönemi arasındaki farklılıkların ise önemli ($P<0,05$) olduğu görüldü.

Anahtar Kelimeler: *Salmo trutta macrostigma*, Gonad, Yağ Asitleri, Kolesterol, Yağda Eriyen Vitaminler (A, D, E ve K)

SUMMARY

An Investigation on the Fatty Acids, Cholesterol and Fat-Soluble Vitamin Levels in the Gonads of *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858) Caught from Munzur Stream, Tunceli

In this study, the levels of fatty acids, cholesterol and fat-soluble vitamins (A, D, E and K) in the gonads of *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858) caught in the Munzur Stream in Tunceli before spawning (September-October), during spawning (November-December) and post-spawning (January-February) were evaluated. The fish caught by cast net (200 fish with an average weight of 149.8 (89.35-429.0) g and average length of 23.39 (20.13-32.0) cm) were transported in ice to the Firat University Faculty of Fisheries, where their weights and lengths were measured. The gonads (ovaries and testes) were weighted to calculate the gonadosomatic index. Samples were taken for chemical analyses. The age of the fish were determined by counting the age rings in the vertebrae. Stearic acid had the highest level within the saturated fatty acids. The differences in the levels of stearic acid before, during, and after spawning periods was insignificant ($P>0.05$). Palmitoleic acid was the dominant mono unsaturated fatty acids. The differences in the levels of palmitoleic acid before and after spawning periods was insignificant ($P>0.05$). However before and during spawning there was a significant difference ($P<0.05$). The dominant poly unsaturated fatty acids were eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. The differences in the levels of eicosapentaenoic acid before, during and after spawning periods was insignificant ($P>0.05$). For docosahexaenoic acid, the differences in the levels before and during spawning was insignificant, however the levels during and after spawning there was a significant difference ($P<0.05$). The highest level among the fat-soluble vitamins was observed for α -tocopherol, where the differences in levels before and during spawning were insignificant ($P>0.05$) while those during and after spawning were significant ($P<0.05$). Cholesterol levels showed insignificant differences during and after spawning ($P>0.05$), while those before and during spawning were significant ($P<0.05$).

Keywords: *Salmo trutta macrostigma*, Gonad, Fatty acids, Cholesterol, Fat-soluble vitamins (A, D, E and K)

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın lateral görünüşü.....	3
Şekil 1.2. Lipitlerin sınıflandırılması	5
Şekil 1.3. Vitamin A'nın kimyasal yapısı	21
Şekil 1.4. Vitamin D'nin kimyasal yapısı	22
Şekil 1.5. Vitamin D'nin farklı formları.....	23
Şekil 1.6. Vitamin E (α - tokoferol)'nin kimyasal yapısı	24
Şekil 1.7. Vitamin K'nin kimyasal yapısı	24
Şekil 2.1. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın lateral görünüşü.....	28
Şekil 2.2. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın boy ölçümü	29
Şekil 2.3. SHIMADZU GC 17 model gaz kromatografi cihazı	31
Şekil 2.4. CECİL 1100 model yüksek performanslı sıvı kromatografi cihazı	32
Şekil 3.1. <i>Salmo trutta macrostigma</i> gonadlarının toplam n-3 serisi yağ asit düzeyleri.....	39
Şekil 3.2. <i>Salmo trutta macrostigma</i> gonadlarının toplam n-6 serisi yağ asit düzeyleri.....	40
Şekil 3.3. <i>Salmo trutta macrostigma</i> gonadlarının kolesterol düzeyleri	43
Şekil 3.4. <i>Salmo trutta macrostigma</i> gonadlarının α - tokoferol düzeyleri.....	44

TABLÖLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Doymamış yağ asitleri ve kimyasal formülleri	6
Tablo 1.2. Ticari yemler ve bazı su canlılarının yağ asidi düzeyleri	7
Tablo 1.3. Deniz balığı larvalarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçları	10
Tablo 1.4. Yavru, balıkçık ve ergin deniz balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaç düzeyleri	11
Tablo 1.5. Bazı tatlı su balığı yavrularının esansiyel yağ asidi ihtiyaç düzeyleri	13
Tablo 1.6. Genç ve ergin tatlı su balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçları	14
Tablo 1.7. Bazı balık türlerinin gonadlarındaki esansiyel yağ asidi oranları	15
Tablo 1.8. Farklı tür balıklara ait kolesterol değerleri	20
Tablo 1.9. Bazı balık türlerinin yağda eriyen vitamin ihtiyaç düzeyleri	27
Tablo 3.1. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın avlanma dönemleri ve yaş gruplarına göre boy ve ağırlık değerleri	34
Tablo 3.2. <i>Salmo trutta macrostigma</i> etinin avlanma dönemlerine göre besin madde düzeyleri	35
Tablo 3.3. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın avlanma dönemleri ve yaş gruplarına göre kondisyon faktörü ve gonadosomatik indeks değerleri	35
Tablo 3.4. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın gonadlarındaki yağ asidi kompozisyonunda avlanma dönemleri ve yaş gruplarına göre meydana gelen değişimler	37
Tablo 3.5. <i>Salmo trutta macrostigma</i> gonadlarının avlanma dönemleri ve yaş gruplarına göre yağda eriyen vitamin ve kolesterol düzeyleri (mg/100 g) ...	41
Tablo 3.6. <i>Salmo trutta macrostigma</i> 'nın avlandığı Munzur Çayı (Tunceli)'na ait suyun sıcaklık, çözünmüş oksijen ve pH değerleri	44

1. GİRİŞ

Yüksek oranda ve kaliteli protein içeren su ürünleri, insan beslenmesi açısından her geçen gün artan bir hızla önem kazanmaktadır. Bu önem, su ürünlerinin geniş bir potansiyele sahip olmasının yanı sıra; balık etinin esansiyel amino asitleri içermesi, karbonhidrat ve yağ oranlarının düşük, doymamış yağ asitleri oranının ise yüksek olması, bu nedenle de günümüzde güncel bir olay olarak karşımıza çıkan kolesterol riskini taşınamaması, kolay sindirilmesi, vitamin ve mineral maddelerince zengin olmasından kaynaklanmaktadır.

Balıklarda üreme fizyolojisini; beslenme (Hardy, 1985; Watanabe, 1985; Bromage vd., 1992), stres faktörleri (Campbell vd., 1992), kültür koşulları (Bromage vd., 1992) gibi birçok biyotik ve abiyotik faktörler doğrudan etkilemektedir.

Besin maddeleri, kültürü yapılan birçok balık türünde, özellikle de gelişen yeni kültür balıkçılığı sistemlerinde larva üretimini sınırlandıran faktörlerin başında gelmektedir. Yağ asitlerinden özellikle çoklu doymamış yağ asitleri (Poly Unsaturated Fatty Acids: PUFA) içinde yer alan dokosaheksaenoik (DHA) ve eikosapentaenoik asitler (EPA) ve onların türevlerini içeren n-3 serisi yağ asitleri (linolenik, stearidonik, dokosapentaenoik asitler), kolesterol, vitaminler (özellikle A ve E vitaminleri), karotenoidler ve çeşitli iz elementler gonad gelişimi, döl verimi ve kalitesi üzerinde etkili olmaktadır (Sargent vd., 1989; Bromage ve Roberts, 1995).

Tatlısu balıklarının larvalarının beslenmesinde linolenik ve linoleik yağ asitlerinin dengeli bir şekilde bulunması optimal yaşama oranını sağlamaktadır (Higgs vd., 1992). Yine aynı şekilde linolenik (18:3 n-3), araşidonik (20:4 n-6) ve eikosapentaenoik (20:5 n-3) yağ asitlerinin varlığı tatlı su balıklarının yumurtalarında kaliteyi arttırmaktadır (Pickova vd., 1997). deniz balıklarının spermleri dokosaheksaenoik asit ve kolesterol bakımından zengin olup, bu yağ asidi sperma kalitesi üzerinde etkilidir (Tinoco, 1982). Dokosaheksaenoik asit (DHA), insanlarda da sperma kalitesini arttırmakta ve kısırılığı önlemektedir (Sargent vd., 2002). Dolayısıyla lipidler kaliteli yumurta üretimi, larvaların hayatta kalma oranının artırılması, dengeli bir büyüme ve gelişme için gerekli olan önemli organik bileşiklerdir (Navarro vd., 1999; Bell vd., 1995).

Döllenmede A ve E vitaminlerinin önemli yeri vardır (Izquierdo ve Fernandez-Palacios, 1997; Fernandez-Palacios vd., 1998; Izquierdo vd., 2001). Vitamin E (Blom ve

Dabrowski, 1995; Izquierdo ve Fernandez-Palacios, 1997; Fernandez-Palacios vd., 1998)'nin de yumurta kalitesini ve verimliliğini etkilediği saptanmıştır. Vitamin E'nin antioksidan özelliği, spermatogenez süresince ve lipid peroksidasyon riskinin azaltılmasıyla döllenmeye kadar sperm hücreleri için önemli koruyucu rol oynayabilir.

Bu çalışmada, üreme dönemi öncesi, üreme dönemi ve sonrasında, Munzur Çayı (Tunceli)'nden yakalanan *Salmo trutta macrostigma*'nın gonadlarında yağ asitleri, kolesterol ve yağda eriyen vitamin (A, D, E ve K vitaminleri) düzeyleri araştırıldı.

1.1. *Salmo trutta macrostigma* Hakkında Genel Bilgiler

Anadolu alabalığı, dağalası, Munzur alası, büyük benekli alabalık veya kırmızı benekli alabalık olarak da bilinen *S. t. macrostigma*; Kuzey Afrika, Güney Avrupa, Batı Asya ve Anadolu'da iç sularda yaşamaktadır. Ülkemizde geniş bir zoocoğrafik dağılım göstermekle birlikte genel olarak; Güney, Güney-Batı ve Doğu Anadolu da yayılış göstermektedir (Çelikkale, 2002).

Daha çok halk arasında hakiki alabalık diye bilinen ekotiptir. Diğer ekotiplere oranla suların daha hızlı aktığı kaynağa yakın üst bölümlerinde ve dağlık bölgelerin yukarı kısımlarında bulunan bir alt türdür. Anadolu alabalığı, ülkemizde denizden yüksekliği 100–150 m ile 2300 m'ler arasında değişen, yaz döneminde su sıcaklığı 20 °C ye kadar yükselebilen habitatlarda dağılım gösterir. Tabanı çakıllı, akış hızı yüksek, suları serin (12-19 °C), karakteristik alabalık zonunu, suyun kaynağına yakın alanları tercih etmektedir (Kocabaş, 2009).



Şekil 1.1. *Salmo trutta macrostigma*'nın lateral görünüşü (Kocabaş, 2009)

Anadolu alabalığının sistematigi aşağıda verildiği şekildedir:

Alem	: Animalia
Şube	: Chordata
Alt şube	: Vertebrata
Üst sınıf	: Osteichthyes
Sınıf	: Teleostei
Üst Takım	: Protacanthopterygii
Takım	: Salmoniformes
Aile	: Salmonidae
Cins	: Salmo
Tür	: <i>Salmo trutta</i>
Alt tür	: <i>Salmo trutta macrostigma</i>

Anadolu alabalığında vücut mekik şekilli, yanlardan hafif basık, cycloid pullarla kaplı, ağız terminal, ağız içinde çene ve damaklarda dişler bulunur. Solungaç çıkıntıları 98-128 ve solungaç diken sayısı 10-12 dir. Anadolu alabalığında D:III-IV/10, A:III-IV/7-8, yan hat üzerinde 115-119 adet pul bulunur. Pyloric keselerin sayısı 28-31 adettir. Renk sırtta siyahımsı gridir. Yüzgeçler gri-kahverengi-turuncu, adipoz yüzgeç kırmızı bantla çevrili bazı fertlerde üzeri kırmızı benekli, dorsal yüzgeç üzerinde kırmızı ve siyah benekler mevcuttur. Kuyruk yüzgeci, genç fertlerde daha belirgin çatallı, lobların ucu yuvarlaktır. Vücudun yan tarafında 1-3 yaşlı fertlerde 10-12 adet gri renkli dikey "parr-mark" vardır. Vücut üzeri, yanal çizgi boyunca alt ve üstte düzensiz dağılmış, çevresi açık renkli halka ile çevrili 20-30 kadar yuvarlak kırmızı benekli, dorsale doğru küçük siyah benekli, siyah benekler baş üzerinde de yaygın, operkulum üzeri ve post orbital'de (gözün

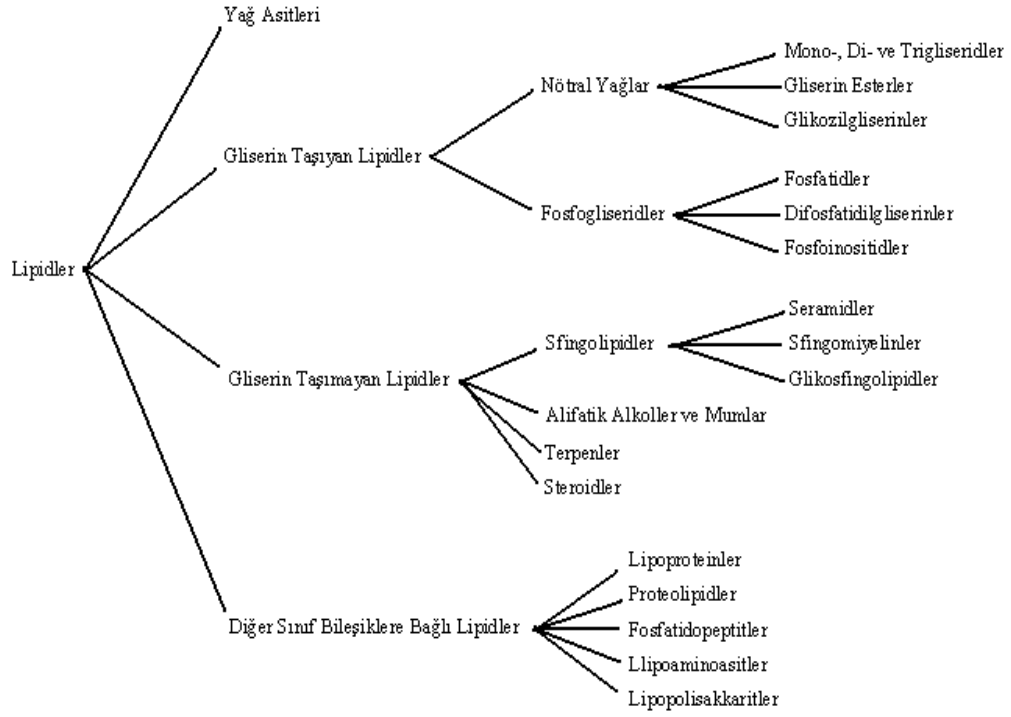
hemen arkasında) koyu renkli büyük bir leke bulunur. Bu lekeden dolayı büyük lekeli alabalık diye de adlandırılmaktadır (Kocabaş, 2009; Çelikkale, 2002).

Morfolojik, sistematik ve filogenetik incelemelere göre Anadolu alabalığının en belirgin özellikleri; post-orbital lekenin büyükçe ve belirgin olması, omur sayısının diğer alt türlerden daha az oluşu (57'den az) ile çevresi beyaz harelerle çevrili kırmızı beneklerle karakterize, daha yoğun renklenmedir (Kocabaş, 2009).

Soğuk, berrak, bol oksijenli suların kaynak kısımlarına yakın ve 5-7°C deki sularda sonbaharda yumurta bırakırlar. Yumurtlama tarzı, alabalıkların genel yumurtlama özelliklerinde olduğu gibi, ince kum ve çakıllar içine yuva yaparak olmaktadır. Bir balık birkaç yüz adet, 3,5-4 mm çapında yumurta bırakır. Larvaların çıkış süresi 400 G. D. civarındadır. Karnivor bir balık olup; sulardaki sinek larvaları, kabuklu canlılar ve diğer balıkların larva ve yavrularıyla beslenirler (Çelikkale, 2002).

1.2. Lipitlerin Sınıflandırılması

Lipitler, çeşitli çözücülerde çözünebilme yeteneklerine, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre; gliserin taşıyan lipitler, gliserin taşımayan lipitler ve diğer sınıf bileşiklere bağlı lipitler olarak üç ana gruba (Şekil 1.2) ayrılırlar (Sargent vd., 2002; Hoşsu vd., 2003).



Şekil 1.2. Lipitlerin sınıflandırılması (Sargent vd., 2002)

1.2.1. Yağ Asitleri

Bütün yağ asitleri bir ucunda metil grubu, uzun bir hidrokarbon zinciri ve diğer uçta da bir karboksil grubu içermektedir. Yağ asitleri çoğu lipitlerin temel yapı taşlarını oluştururlar. Lipitlerin en önemli sınıfını oluşturan yağ asitleri 4-24 karbon atomuna sahip uzun zincirli organik bileşiklerdir (Tablo 1.1). Yağ asidi en basit lipit olup mikroorganizma, bitki ve hayvanların lipitlerinde yüzün üzerinde yağ asidi tanımlanmıştır (Sargent vd., 2002).

Yağ asitleri içerdikleri bağın tek veya çift oluşuna göre de doymuş (tek bağlı) ve doymamış (çift bağlı) yağ asitleri olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Doymuş yağ asitlerinin kimyasal yapıları $C_nH_{2n}O_2$ şeklindedir, doymamış yağ asitleri molekül dizilişlerinde karbon atomları arasında çeşitli sayıda çift bağ içermektedirler. Doymamış yağ asitlerinin belirlenmesinde isimlerin yanında özel nümerik sistemler de kullanılmaktadır. Örneğin; 18:3 (n-3) şeklinde gösterilen linolenik asidin, 3 adet çift bağ içeren 18 karbon atomundan oluştuğu, n-3 ifadesi ise ilk çift bağın 3. ile 4. karbon atomları arasında olduğunu belirtmektedir (Ersoy ve Bayşu, 1986). Ayrıca, molekül dizilişlerinde karbon atomu sayısı 18-20 arasında olan ve 2-4 arasında da çift bağ bulunduran yağ asitlerine PUFA, 20'den

fazla karbon atomu ve 4'den fazla çift bağ içeren yağ asitlerine ise yüksek oranda doymamış yağ asitleri (Highly Unsaturated Fatty Acids: HUFA) adı verilmektedir (Sargent vd., 2002).

Tablo 1.1. Doymamış yağ asitleri ve kimyasal formülleri (Sargent vd., 2002)

Yağ asidi	Moleküler formül	Numerik formül	Yapısal formül
Palmitoleik asit	$C_{16}H_{30}O_2$	16:1n-7	$CH_3.(CH_2)_5.CH=CH(CH_2)_7.COOH$
Oleik asit	$C_{18}H_{34}O_2$	18:1n-9	$CH_3.(CH_2)_7.CH=CH(CH_2)_7.COOH$
Vaksenik asit	$C_{18}H_{32}O_2$	18:1n-7	$CH_3.(CH_2)_5.CH=CH(CH_2)_9.COOH$
Linoleik asit	$C_{18}H_{32}O_2$	18:2n-6	$CH_3.(CH_2)_4.CH=CH.CH_2.CH=CH.(CH_2)_7.COOH$
Linolenik asit	$C_{18}H_{30}O_2$	18:3n-3	$CH_3.CH_2.CH=CH.CH_2.CH=CH.CH_2.CH=CH.(CH_2)_7.COOH$
Araşidonik asit	$C_{20}H_{30}O_2$	20:4n-6	$CH_3.(CH_2)_7.CH=CH.CH_2.CH=CH.CH_2.CH=CH.(CH_2)_3.COOH$

Yağ asitleri suda çözünmez, hücre ve dokularda serbest olarak bulunmazlar, diğer lipitlerle kovalent olarak bağlı halde bulunurlar. Bu nedenle lipitler, dokulardan ya da bulundukları yerlerden enzimatik olarak ve kimyasal hidroliz ile ayrılırlar. Yağ asitleri balıkların vücutlarında sentezlenebilme ve sentezlenememe özelliklerine göre de esansiyel (eksojen) ve esansiyel olmayan (endojen) yağ asitleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Esansiyel yağ asitleri balıklar tarafından vücutlarında sentezlenememektedir. Bu yüzden dışarıdan yemle birlikte verilmeleri zorunludur. Esansiyel yağ asitleri, birden fazla çift bağ içeren n-3 ve n-6 asitlerdir. Balıklara verilen yemlerin bu yağ asitleri bakımından eksik olması durumunda, gelişimin durmasından ölüm olayına kadar bir çok noksanlık belirtileri görülmektedir (Sargent vd., 2002).

1.2.2. Lipitlerin Fonksiyonları

Karasal organizmaların ve su canlılarının yağ asidi ihtiyaçları arasında olduğu gibi tuzlu ve tatlı su canlılarının arasında da bu açıdan önemli farklılıklar bulunmaktadır (Tablo 1.2). Bu farklılık sadece karasal hayvanlar ve su canlılarındaki trigliseridlerin içermiş olduğu yağ asitlerinin derecelerindeki farklılıktan değil, aynı zamanda besinlerini oluşturan canlıların değişik doymamış yağ asitlerinden de ileri gelmektedir (Jobling vd., 1994).

Tablo 1.2. Ticari yemler ve bazı su canlılarının yağ asidi düzeyleri (Jobling, 1994)

Yağ asidi (%)	Ticari yemler		Tatlı su zooplanktonu	Solucan	Krill	Kalamar
	Yağda	Yemde				
18:2 (n-6)	3,9	4,9	3,8	8,5	2,1	-
20:4 (n-6)	0,2	0,2	7,8	12,2	1,5	2,7
20:5 (n-3)	8,9	7,8	17,6	7,8	15,6	14,1
22:6 (n-3)	6,3	5,8	11,7	-	14,7	14,6
Doymuş	22,2	19,9	25,9	31,6	23,5	15,1
PUFA	30,5	25,9	58,0	49,6	43,5	38,6

Genel olarak ele alındığında hayvansal organizmaların ihtiyaç duydukları esansiyel yağ asitleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Sargent vd., 2002):

- * Su canlıları n-3 serisi yağ asitlerine daha fazla ihtiyaç duyarken, karasal hayvanlar için n-6 serisi yağ asitleri daha önemlidir.
- * Deniz balıkları HUFA'ya tatlı su balıklarından ve anadrom balıklardan daha fazla ihtiyaç duyarlar.
- * Esansiyel yağ asitleri deniz balıkları için tatlı su balıklarına oranla çok daha önemlidir. Bu bakımdan tuzluluk esansiyel yağ asitleri üzerinde etkilidir.
- * Soğuk su balıkları, ılık su balıklarına oranla n-3 serisi yağ asitlerine daha fazla ihtiyaç duyarlar.
- * Karidesler için n-3 serisi yağ asitlerinin önemli olması ile birlikte, n-3/n-6 oranı da büyük önem taşır.
- * Yem içindeki PUFA'ların seviyesi ve tipi de önemlidir.

1.2.3. Deniz Balıklarında Yağ Asitleri

Deniz balığı türlerinin esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarına yönelik yapılan çalışmaların çoğu n-3 PUFA üzerinde yoğunlaşmıştır. Ancak bunun yanı sıra, balıkların eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitlerine yönelik ihtiyaçlarının da araştırılması gerekmektedir. PUFA (n-3) deniz ortamındaki besin zincirinde birincil üreticiler olan deniz algleri ve fitoplankton tarafından üretilir. Bunlar eikosapentaenoik, dokosaheksaenoik, linolenik ve linoleik yağ asitleri bakımından zengindirler (Sargent vd., 1995a, b).

Balık yumurtalarının lipid bileşimi ve lipid içerikleri türlere göre değişiklik göstermektedir. Ringa (*Clupea harengus*), mezigit (*Malenogrammus aeglefinus*) (Tocher ve Sargent, 1984), morina (*Gadus morhua*) (Fraser vd., 1988) gibi birçok deniz balığı türlerine ait yumurtaların lipid içerikleri (genellikle kuru ağırlığın %5'i kadar) tatlı su balıklarinkine oranla daha düşüktür (Sargent vd., 1989).

Senegal dil balığı (*Solea senegalensis*) (Vazquez vd., 1994), sinagrit (*Dentex dentex*) (Mourente vd., 1999), deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) (Ronnestad vd., 1998) ve kalkan (*Scophthalmus maximus*) (Silversand vd., 1996) gibi balıkların yumurtalarında nötral lipidlerin oranı (< %50) yüksektir. Bütün türlerde yumurtalar birbirine benzer yağ kürecikleri içerirler. Deniz balıklarının yumurtaları polar lipidler içerisinde yer alan fosfolipitlerce özellikle de sırasıyla fosfafidilkolin, fosfafidiletanolamin ve fosfafidilinositol bakımından zengindirler. Deniz balığı yumurtalarında nötral lipidler içerisinde triasilgliseroller de yer almaktadır. Çoğu deniz balığı yumurtalarında toplam lipidler incelenmiş ve bunların HUFA bakımından zengin oldukları görülmüştür. Bu balıkların diğer dokuları da fosfolipitler ve HUFA'lar bakımından zengindir (Sargent vd., 1989). Bundan dolayı; ringa, mezigit, kalkan, pisi balığı ve Senegal dil balığı gibi balık türlerinin yumurtalarında eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitleri yüksek miktarda bulunur (Tocher ve Sargent, 1984; Vazquez vd., 1994; Evans vd., 1996; Mourente vd., 1999).

Yumurtalardaki yağ asidi kompozisyonları balığın diğer dokularındaki ve yemlerindeki yağ asidi kompozisyonlarından daha dayanıklıdır. Deniz balıklarının embriyonik ve larval gelişim dönemlerinde lipidlerden ve yağ asitlerinden ne kadar yararlanıldığını tespit etmek amacıyla yapılan çalışmalarda; Lampuga (*Coryphaene hippopus*) (Ostrowski ve Divakaran, 1991), pisi balığı, kalkan (Rainuzzo vd., 1992) ve deniz levreği'nin (Ronnestad vd., 1998) embriyogenezis ve erken larval döneminde fosfolipitlerin büyük önem taşıdığı görülmüştür (Tocher vd., 1985a,b; Fraser vd., 1988). Lipitler, larval gelişim ve embriyogenesis süresince yüksek oranda katabolize edilirler (Ostrowski ve Divakaran, 1991). Ayrıca, mercan balığındaki nötral yağlar embriyogenesis döneminde kullanılır. Mezigit balığında ise nötral yağların kullanımı yumurtadan çıktıktan sonra başlamaktadır. Deniz balıklarında fosfolipitler enerji sağlamak için yaygın olarak kullanılır. Deniz balıklarının yumurtaları fosfolipitler bakımından zengindirler (Sargent vd., 1989). Deniz balıklarına ait pelajik yumurtalar yüksek oranda lipid içerirler. Mercan ve levrek gibi balıkların yumurtalarındaki yağ kürecikleri, bu balıklarda nötral yağların

yüksek miktarda olduğunu gösterir. Deniz balıklarında nötral yağların kullanımı yumurtadan çıktıktan sonra başlamaktadır (Ronnestad vd., 1994, 1998).

Deniz balığı yavrularının başlangıç beslenmesi zor ve problemlidir. Larvalar çok küçük olduğundan ve sindirim sistemleri tam olarak gelişmediğinden dolayı bu dönemde yüksek oranda ölümler meydana gelmektedir. Bu nedenlerle, larvaların ilk beslenmelerinin uygun bir şekilde ve besin ihtiyaçları bakımından dengeli olan yemlerle yapılması gerekmektedir (Sargent vd., 2002). Son yıllardaki teknolojik gelişmelerle birlikte deniz balığı larvalarının beslenmesi konusunda birçok probleme çözüm getirilebilmiştir. Örneğin; mikropartikül yemlerin üretimi ile larvaların beslenmesi daha kolay olmakta ve daha az problem ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, deniz balıklarına ait larvaların esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarını (Tablo 1.3) belirlemeye yönelik çalışmalar fazla değildir (Salhi vd., 1994; Bessonart vd., 1999). Dışarıdan yem almaya başlayan larva, su içerisinde hareketli objelere yönelik hareket etmektedir. Yani hareketli haldeki yemi daha iyi almaktadır. Bunun için ilk olarak canlı yemlerle (Örneğin; özellikle rotifera, artemia ve dafnia gibi zooplanktonik organizmalar) beslenmeleri daha uygundur. Rotiferler, diğer zooplanktonik organizmalara göre daha küçük olduğundan larvalar ilk dönemlerinde bunlarla, daha sonra ise *Artemia nauplii* ile beslenebilirler. Artemia, HUFA'lar özellikle de linolenik ve eikosapentaenoik yağ asitleri bakımından zengindir (Sargent vd., 2002).

Deniz balığı larva yemlerinde eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitleri spesifik olarak kullanılmaktadır (McEvoy vd., 1997; Ando vd., 1997). Ayrıca, bu yemlerde fosfolipitler bakımından zengin olan yem maddeleri kullanılmaktadır (Rainuzzo vd., 1994; Salhi vd., 1999). Örneğin; lampuga (*Coryphaena hippurus*) larvalarında dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitlerin strese karşı larvaların dirençlerini arttırdığı belirlenmiştir. Ancak, bu yağ asitleri strese karşı direnci arttırmada n-3 PUFA'lar kadar etkili değildir (Sargent vd., 2002). Yemlerde dokosaheksaenoik asidin bulunması, deniz balıklarında sinirsel dokuların ve görsel gelişimin hızlı bir şekilde tamamlanmasını sağlar. Yine dokosaheksaenoik asidin, larval dönemdeki ringa ve deniz levreği (Bell vd., 1995; Navarro vd., 1997; Bell vd., 1996a), kalkan ve mercan balıklarının gelişimini hızlandırdığı tespit edilmiştir (Sargent vd., 2002).

Tablo 1.3. Deniz balığı larvalarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçları (Sargent vd., 2002)

Balık türleri	Esansiyel yağ asitleri	Yemdeki oranları (Kuru ağırlığın %'si)
Atlantik morina (<i>Gadus morhua</i>)	EPA	-
	DHA	1
Çipura (<i>Sparus aurata</i>)	n-3 HUFA	5,5 (DHA/EPA=0,3)
	n-3 HUFA	1,5 (DHA/EPA=2)
	n-3 HUFA	1,5 (fosfolipitteki)
	DHA/EPA	2
	n-3 HUFA	2,1 (%1 DHA ile birlikte)
Kırmızı mercan (<i>Pagrus meior</i>)	DHA	1-1,6
	EPA	2,3
	DHA	1,6-2,2
Kral balığı (<i>Pseudocaranx dentex</i>)	EPA	<3,1
	n-3 HUFA	3,9 (DHA/EPA=0,5)
	DHA	1,4 -2,6
Sarıkuyruk (<i>Seriola quinqueradiata</i>)	EPA	3,7
	n-3 HUFA	0,6-1

EPA: Eikosapentaenoik asit, DHA: Dokosaheksaenoik asit, HUFA: Yüksek oranda doymamış yağ asitleri

Araşidonik asit, *Paralichtancakhyss olivaceus*'da pigmentasyonun tamamlanması için mutlaka gereklidir (Estevez ve Kanazawa, 1996; Estevez vd., 1997). Bu yağ asidi yıldız başlı mercan larvalarında düzenli bir gelişme için mutlaka gereklidir. Fakat aşırı miktarı sarıkuyruk balığında gelişmede gerilemeye ve ölüm oranında artışa neden olmaktadır. Ayrıca, dokosaheksaenoik, eikosapentaenoik ve araşidonik asitler birçok deniz balığının larvaları için esansiyel özellik taşımaktadır. Ancak bunlardan birinin optimum düzeyi diğerlerinin yemdeki düzeylerine bağlıdır. Bu durum araşidonik, dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitlerin önemini belirtmektedir (Estevez vd., 1999).

Bununla birlikte, yemlerdeki n-3 HUFA dokosaheksaenoik, eikosapentaenoik ve araşidonik asitlerinin oranının %1-1,5 arasında artırılması deniz mercanı larvalarında gelişim performansını arttırmıştır (Bessonart vd., 1999; Estevez vd., 1997).

Yavru, balıkçık ve ergin deniz balıklarının esansiyel yağ asidi ve spesifik olarak dokosaheksaenoik asit ve n-3 HUFA ihtiyaçları Tablo 1.4'da verilmiştir. Yavru ve ergin deniz balıkları için dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitler esansiyel olup, mutlaka

dışarıdan verilmeleri gereklidir (Watanabe, 1993). Bununla birlikte deniz balıklarında dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitlerine ait ihtiyaçlar balık büyüklüğüne göre değişmektedir. Örneğin; deniz levreği, kaya balığı ve kırmızı mercan balıkları üzerinde yapılan bir çalışmada; balıklar 11 g iken dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asit ihtiyaçlarının toplam lipid ihtiyacının %0,5'i kadar olduğu, 42 g ağırlığına ulaştıklarında ise bu oranın toplam lipidin %0,9-1'i arasında olması gerektiği belirlenmiştir (Sargent vd., 2002). Kalkan balığı yavrularının sağlıklı olmaları ve optimal gelişimleri için yemlerinde eikosapentaenoik asidin azami oranda kullanılmasının gerektiği bildirilmiştir (Bell vd., 1985).

Tablo 1.4. Yavru, balıkçık ve ergin deniz balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaç düzeyleri (Sargent vd., 2002)

Balık türleri	Esansiyel yağ asitleri	Yemdeki oranları (Kuru ağırlığın %'si)
<i>Scophthalmus maximus</i>	n-3 HUFA	0,8 0,3
<i>Pagrus major</i>	20:5n-3 veya n-3 HUFA 20:5n-3 22:6n-3	0,5 1 0,5
<i>Sparus aurata</i>	n-3 HUFA n-3 HUFA DHA/EPA	0,9 (DHA/EPA=1) 1,9 (DHA/EPA=0,5) 0,5
<i>Pseudocaranx dentex</i>	22:6n-3	1,7
<i>Dicentrarchus labrax</i>	n-3 HUFA	1,0
<i>Pleuronectes ferrugineus</i>	n-3 HUFA	2,5
<i>Rhabdosargus sabra</i>	n-3 HUFA	1,3
<i>Sebastes schlegeli</i>	n-3 HUFA EPA veya DHA	0,9 1,0
<i>Sciaenops ocellatus</i>	n-3 HUFA	0,5-1,0 (0,3-0,6 EPA+DHA)

DHA: Dokosaheksaenoik asit, EPA: Eikosapentaenoik asit., HUFA: Yüksek oranda doymamış yağ asitleri

Deniz balıklarının düzenli ve lipidler bakımından da dengeli yemlerle beslenmesi; yeterli sayıda ve kalitede, ortam şartlarına dayanıklı yumurta ve yaşama oranı yüksek larva elde etmede çok önemlidir. Lipitler kaliteli yumurta üretimi için mutlaka gereklidir. Bu nedenle, yağ asitleri büyük önem taşımaktadır (Devauchelle ve Coves, 1988; Bruce vd., 1999). Deniz levreği (Bell vd., 1997), mercan (Mourente ve Odriozola, 1990; Almansa vd., 1999), mezigit (Silversand vd., 1996; Pickova vd., 1997) ve sarıkuyruk (Sargent vd., 2002)

balıklarının yemlerine n-3 PUFA, araşidonik, eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitlerinin katılması; bunların yumurtalarında dölleme, kuluçkalanma, yumurtadan çıkış ve larvaların hayatta kalma oranlarını yükseltmektedir. Bu nedenle, balıkların özellikle lipit ve yağ asidi ihtiyaçlarının iyi araştırılması gerekmektedir. deniz balıklarının spermeleri dokosaheksaenoik asit bakımından zengin olup, bu yağ asidi spermatolojik özellikler üzerinde etkilidir (Tinoco, 1982). Yapılan bir çalışmada; doğa ve kültür ortamlarındaki deniz levreğinin spermeleri karşılaştırılmış ve ikisinin de aynı özellikte olduğu görülmüştür. Kültür levreğinin yeminde eikosapentaenoik ve araşidonik asit miktarlarının artırılması sperma kalitesini yükseltmiştir (Bell vd., 1996b).

1.2.4. Tatlısu Balıklarında Yağ Asitleri

Deniz ve tatlı su balığı türlerinin yumurtalarındaki lipit miktarı ve kompozisyonları birbirinden farklıdır. Bazı tatlı su balıklarının n-3 ve n-6 serisi yağ asidi ihtiyaçları araştırılmıştır. Tatlı su balıklarının çoğunda dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitler linolenik asidin görevlerini yerine getirebilmektedir. Omurgalılarda n-3 serisi yağ asitlerinin değişik şekilleri eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitlerinin biyolojik aktiviteleri sonucu meydana gelir. Bu durum tatlı su balıklarında deniz balıklarına oranla daha belirgindir (Sargent vd., 1989).

Tatlı su balıklarının yumurtaları (yaş ağırlıkta) %2,5-10 arasında lipit içermektedir. Örneğin; kıızılgöz (*Rutilus rutilus*), tatlı su levreği (*Percia fluviatilis*), turna (*Esox lucius*) ve tilapia (*Tilapia* sp.) gibi balıkların yumurtalarındaki lipit düzeyi %5'in altında iken; salmon, gökkuşağı alabalığı, çizgili levrek ve beyaz balığın yumurtalarındaki lipit oranı %5'in üstünde bulunmuştur. Alabalık ve salmon balıklarının yumurtaları nötral lipitler bakımından zengindir (Halver ve Hardy, 2002). Turna, çizgili levrek (Chu ve Ozkizilcik, 1995), havuz balığı ve mersin balıklarında olduğu gibi tatlı su balıklarının yumurtalarında ve embriyogenesis safhasında yüksek oranda lipit kullanılır. Fosfolipitler, gökkuşağı alabalığında yavaş yavaş ve sürekli metabolize edilirken, triasilgliseroller larvaların yumurtadan çıktıktan sonraki döneme kadar kullanılmazlar (Sargent vd., 2002).

Salmon ve gökkuşağı alabalığı yavrularının ilk beslenmesinde canlı yemlerin kullanılması daha uygundur. Yavrularının iyi gelişmesi, hayatta kalma oranlarının yükseltilmesi ve optimal büyümesinin sağlanmasında verilecek yemlerin yağ asidi miktarı ve kompozisyonunun bilinmesi önemlidir (Tablo 1.5). Salmonidlerin özellikle de alabalık

ve anadrom salmonların yavruları başta linolenik asit olmak üzere HUFA'ları içeren yemler ile beslenmeleri durumunda büyüme performansları yükselmektedir. Bu nedenle linolenik, dokosaheksaenoik ve eikosapentaenoik asitler gökkuşağı alabalığı yavruları için esansiyeldir (Sargent vd., 1989).

Tablo 1.5. Bazı tatlı su balığı yavrularının esansiyel yağ asidi ihtiyaç düzeyleri (Sargent vd., 2002)

Balık türleri	Esansiyel yağ Asitleri	Yemdeki oranları (Kuru ağırlığın %'si)
Sazan (<i>Cyprinus carpio</i>)	n-6 PUFA	1 (%0,25 18:2n-6)
	n-3 PUFA	0,05
Gökkuşağı alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	DHA	-
Çizgili levrek (<i>Menticirrhus saxatilis</i>)	18:3n-3	-
	n-3 HUFA	>0,5

HUFA: Yüksek oranda doymamış yağ asitleri, PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri,

DHA: Dokosaheksaenoik asit

Tatlı su balıkları, n-3 PUFA (Örneğin; salmonlar), n-6 PUFA (Örneğin; beyaz balık) ve hem n-3 PUFA hem de n-6 PUFA'ya ihtiyaç duyanlar (Örneğin; kanal yayını ve sazan) olmak üzere üç gruba ayrılabilir (Anderson ve Arthington, 1989).

Tatlı su balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarının (Tablo 1.6) karşılanmasında, genellikle C₁₈ PUFA, linolenik ve linoleik yağ asitleri tercih edilir. Salmonidler ve beyaz balığın esansiyel yağ asidi ihtiyaçları linolenik yağ asidinin miktarı artırılarak karşılanır (Sargent vd., 1989; Watanabe vd., 1989). Ayrıca, yemdeki n-3 HUFA ve linolenik yağ asitleri HUFA'ların görevini yerine getirebilir. Balıklarda optimal büyüme için bu iki yağ asidinin yemde dengeli bir şekilde bulunması gerekmektedir (Higgs vd., 1992; Chou ve Shiau, 1999).

Tablo 1.6. Genç ve ergin tatlı su balıklarının esansiyel yağ asidi ihtiyaçları (Sargent vd., 2002)

Balık türleri	Esansiyel yağ asitleri	Yemdeki oranları (Kuru ağırlığın %'si)
Gökkuşağı alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	18:3n-3	0,7- 1
	n-3 HUFA	0,4- 0,5
Çam salmonu (<i>Oncorhynchus keta</i>)	18:2n-6 ve 18:3n-3	1 (her biri için)
Silver salmonu (<i>Oncorhynchus kisutch</i>)	18:2n-6 ve 18:3n-3	1 (her biri için)
Kırmızı renkli salmon (<i>Oncorhynchus masou</i>)	18:3n-3 veya n-3 HUFA	1
Alp alası (<i>Salvelinus alpinus</i>)	18:3n-3	1-2
	18:2n-6	1
Sazan (<i>Cyprinus carpio</i>)	18:3n-3	0,5-1
	18:2n-6	1
Ot sazanı (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	18:3n-3	0,5
Tilapia (<i>Oreochromis zilli</i>)	18:2n-6	1
Nil tilapia (<i>Oreochromis nilotica</i>)	18:2n-6	0,5
Japon yılan balığı (<i>Anguilla japonica</i>)	18:2n-6 ve 18:3n-3	0,5 (her biri için)
Ayu (<i>Plecoglossus altivelis</i>)	18:3n-3 veya 20:5n-3	1
Süt balığı (<i>Chanos chanos</i>)	18:2n-6 ve 18:3n-3	0,5 (her biri için)
	18:3n-3	1-2
Kanal yayın balığı (<i>Ictalurus punctatus</i>)	n-3 HUFA	0,5-0,75
	n-3 HUFA	0,5-1,0
Beyaz balık (<i>Coregonus laveratus</i>)	18:3n-3	> 1
Yayın balığı (<i>Silurus glanis</i>)	18:3n-3	1-2
	n-3 HUFA	0,5-0,75
Çizgili levrek (<i>Morone saxatilis</i>)	n-3 PUFA	1

HUFA: Yüksek oranda doymamış yağ asitleri, PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri

Tatlı su balıklarının, lipidler özellikle esansiyel yağ asitleri bakımından dengeli olan yemlerle beslenmesi; yumurta verimini, yumurtaların döllenme oranını, çıkan larvaların kalitesi ve yaşama oranını olumlu etkilemektedir. Bununla birlikte, tatlı su balıklarının lipid ihtiyaçları üzerine çok az çalışma yapılmıştır. Mısır yağı, linoleik asit ve n-3 HUFA bakımından zengindir. Nil tilapia balığının yemlerine n-3 ve n-6 PUFA'lar bakımından zengin olan soya yağının katılması üretim performansını arttırmıştır (Sargent vd., 2002). Ayrıca, doğal ortamdan yakalanan tirs balığının yumurtaları araşidonik asit bakımından zengin olup, bu yumurtaların döllenme ve açılma oranları bu nedenle daha yüksektir (Czesny ve Dabrowski, 1998).

Tablo 1.7. Bazı balık türlerinin gonadlarındaki esansiyel yağ asidi oranları

Balık türleri	Esansiyel yağ asitleri	Gonaddaki oranları	Kaynaklar
<i>Clarias gariepinus</i>	EPA	1,66	Yılmaz vd., (2005)
	DHA	5,05	
<i>Salmo trutta labrax</i>	EPA	–	Aras vd., (2003)
	DHA	15,55	
<i>Chondrostoma regium</i>	EPA	–	Kara ve Çelik, (2000)
	DHA	0,92	
<i>Sander lucioperca</i>	EPA	9,25	Uysal, (2004)
	DHA	9,77	
<i>Salmo trutta macrostigma</i>	EPA	14,81	Aras vd., (2003)
	DHA	16,82	

EPA: Eikosapentaenoik asit, DHA: Dokosaheksaenoik asit

1.2.5. Yağ Asitleri ile Vitamin E'nin Yumurtlama Verimliliğine Etkisi

Balıklarda yumurta kalitesini ölçmek için kullanılan parametrelerden biri olan fekondite, yemlerinde besin yetersizliğinden etkilenmektedir. Birçok deniz balığında düşük miktardaki fekonditenin beyin-hipofiz-gonad endokrin sistemindeki bir bozukluğa veya yumurtanın biyokimyasal yapısında bozukluğa neden olduğu rapor edilmiştir (Izquierdo vd., 2001).

Kanal yayın balığı (*Siganus guttatus*) için; yemlerindeki lipit miktarının %12-18 arasında değişmesi, döl verimliliği ve yumurtadan çıkma oranını artırmıştır (Duray vd., 1994). Deniz balıklarından çipuraların (*Sparus aurata*) yemlerinde, n-3 serisi HUFA'ların %1,6'nın üzerinde olması yumurta verimliliğini önemli derecede artırmaktadır (Fernandez-Palacios vd., 1995). PUFA, ovulasyon gibi gonadal gelişim, steroid hormonlarının üretimi ve birçok üreme süreciyle ilgili olan eikosanoid üretimini de düzenleyebilir (Moore, 1995). Balık ovaryumları eikosanoidleri oluşturmada yüksek kapasiteye sahiptirler (Knight vd., 1995).

Vitamin E'nin (Izquierdo ve Fernandez-Palacios, 1997; Fernandez-Palacios vd., 1998; Harhoğlu vd., 2002) yumurta kalitesini ve verimliliğini etkilediği saptanmıştır. Yemdeki α - tokoferol seviyesinin 125 mg/kg'ın üzerinde olması, çipuralarda toplam yumurta miktarını ve yumurta verimliliğini de artırmıştır (Izquierdo vd., 2001). Bununla

birlikte, yemlerinde α - tokoferolün yetersiz veya aşırı fazla olması yumurta verimliliğini düşürmüştür.

1.2.6. Yağ Asitleri ile Vitamin E'nin Fertilizasyona Etkisi

Yemlerde bulunan bazı besleyici elementler balıklarda döllenme oranını arttırmaktadır. Gökkuşaağı alabalığı (Watanabe vd., 1984d; Labbe vd., 1993; Özgür, 2009; Özcan, 2011) ve Avrupa levreği (Asturiano, 1999) gibi türlere ait yemlerindeki esansiyel yağ asidi içeriğinin, sperm kalitesi ve spermin yaşama gücünde olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Birçok balığın (Tinoco, 1982) ve kerevitin (Harlıoğlu vd., 2013) spermelerindeki linolenik yağ asidi spermin kalitesini yükseltmekte, kısırılığı gidermekte ve sperm fonksiyonlarını düzenlemektedir. Yemdeki linolenik ve linoleik yağ asitlerinin dengeli bir şekilde bulunması tatlı su balığı larvalarının beslenmesinde optimal yaşama oranını sağlamaktadır (Higgs vd., 1992). Yine aynı şekilde linolenik, araşidonik ve eikosapentaenoik yağ asitlerinin varlığı tatlı su balıklarının (Pickova vd., 1997; Özgür, 2009) ve kerevitin (Harlıoğlu vd., 2012a, b) yumurtalarında kaliteyi artırmaktadır.

Yumurtaların döllenmesinde; vitamin E'nin (Izquierdo ve Fernandez-Palacios, 1997; Fernandez-Palacios vd., 1998) önemli yeri vardır. E vitaminlerinin antioksidan özelliği, spermatogenez süresince ve lipit peroksidasyon riskinin azaltılmasıyla döllenmeye kadar sperm hücreleri için önemli koruyucu rol oynayabilir (Naziroğlu vd., 2000).

1.2.7. Yağ Asitleri ile A ve E Vitaminlerinin Embriyo Gelişimine Etkisi

Bazı besin maddeleri, embriyonun normal gelişimi sırasında önemli rol oynamaktadır. Bu besinlerin yemlerinde optimum düzeyde bulunuşu ise yumurta morfolojisine ve kuluçka oranına olumlu etki etmektedir. balıkların (Fernandez-Palacios vd., 1995) ve kerevitin (Harlıoğlu vd., 2012a) yemlerindeki n-3 serisi HUFA'ların seviyesine bağlı olarak, morfolojik açıdan normal yumurtaların yüzdelerinin arttığı belirlenmiştir. Çipura larının esansiyel yağ asidi ihtiyaçları, yemdeki n-3 serisi HUFA'lar için %1,5-2 olup larva için bu değer %0,5-0,8 olarak belirlenmiştir (Izquierdo, 1996). Bu değerler, normal büyüme için n-3 serisi HUFA ihtiyacı yaklaşık %1 civarında olan alabalıklar için belirlenen optimum esansiyel yağ asitleri seviyelerinden daha yüksektir.

Serbest radikaller yumurta membranına ve membranın geçirgenliğine zarar verebilir. Vitamin E serbest radikallerin olumsuz etkilerine karşı koruyucu rol oynamaktadır. Son yıllarda sazan gibi bazı balık türleri ile yapılan çalışmalarda, vitamin E eksikliğinde; olgunlaşmamış gonadlar, düşük kuluçka oranı ve larvanın yaşama oranında azalma görülmüştür (Watanabe, 1990). Hücreler arası ve hücre içi antioksidanı olan vitamin E, hücre ve doku plazmasındaki değişken metabolitlerin homeostasisini sürdürmektedir.

Vitamin A'nın kemik gelişimi, retina oluşumu ve farklılaşması, bağışıklık sisteminin güçlenmesi, embriyo ve larva gelişimi üzerinde etkisi vardır. Kalkan balığının karaciğerindeki retinol düzeyinin gün boyu arttığı ve buna paralel olarak da gonadların olgunlaşmasının hızlandığı gözlemlenmiştir. Gonadlardaki retinol içeriğinin ise olgunlaşma süresince azaldığı belirlenmiştir (Hemre vd., 1994).

1.2.8. Yağ Asitlerinin Larva Kalitesine Etkisi

Pek çok çalışma, besinleri uygulamaları sayesinde yem kalitesinin geliştiğini göstermiştir. Kanal yayın balığı larında lipit düzeyinin %12'den %18'e yükselmesi sonucunda larva üretimi ve yaşama oranı artmıştır (Duray vd., 1994). yemlerine eklenen n-3 serisi HUFA'ları (özellikle dokosaheksaenoik asit), balık larvalarının canlı ağırlığını ve onların osmotik şoka karşı direncini artırmıştır (Aby-ayad vd., 1997). Benzer şekilde, çipuralarda yemlerine eklenen n-3 serisi HUFA'ları larvaların yaşama oranını artırmıştır. yemlerinde soya yağı yerine zengin n-3 içeriğine sahip balık yağı kullanılması sonucu, elde edilen larvaların besin kesesini absorbe etme hızı artmış ve yüzme kesesi bozuklukları en aza inmiştir (Tandler vd., 1995).

Deniz balıklarının larva yemlerinde EPA, DHA ve araşidonik asit spesifik olarak kullanılmaktadır (Ando vd., 1997). Çünkü bu yağ asitleri birçok deniz balığı larvası için esansiyeldir. Ancak, bunlardan birinin optimum düzeyi diğerlerinin yemdeki düzeylerine bağlıdır. Dengesiz oranlar, özellikle yüksek EPA ve düşük DHA düzeyleri, larvalarda ölümlere yol açabilmektedir. Bu durum araşidonik asit, DHA ve EPA'nın önemini ifade etmektedir (Estevez vd., 1999).

1.3. Kolesterol

Kolesterol, hayvanların vücut dokularındaki hücre zarlarında bulunan ve kan plazmasında taşınan bir sterol, yani bir steroid ve alkol birleşimidir. Daha düşük miktarlarda bitkilerde de bulunur. Kolesterol, özellikle hayvansal gıdalarda bulunur ama vücuttaki kolesterolün az bir kısmı gıda kaynaklıdır; çoğu vücut tarafından sentezlenir. Vücudun her hücresinde bulunmakla beraber, onun sentezlendiği veya hücre zarlarının daha çok olduğu organ ve dokularda, örneğin karaciğer, omurilik ve beyinde, ayrıca ateromlarda, kolesterolün yoğunluğu daha yüksektir. Kolesterol kanda normalden fazla bulunması halinde damarlarda birikerek damar sertleşmesine (ateroskleroz) yol açar. Bazen de safra pigmentleri ile birleşerek safra taşlarının oluşumunda rol oynar.

Kolesterol pek çok biyokimyasal reaksiyonda yer almasına rağmen özellikle lipoproteinlerin kolesterolü taşıma biçimleri ve kandaki kolesterol düzeyleriyle kalp hastalıkları arasındaki bağlantıdan dolayı bilinir. Vücut, kolesterolü kullanarak hormonlar (kortizol, üreme hormonları), D vitamini ve yağları sindiren safra asitlerini üretir. Bu işlemler için kanda çok az miktarda kolesterol bulunması yeterlidir. Eğer kanda fazla miktarda kolesterol varsa kan damarlarında birikir ve sertleşmeye ve daralmaya (ateroskleroz veya arteriyoskleroz) yol açar. Aterosklerozda damar duvarında biriken tek madde kolesterol değildir; akyuvarlar, kan pıhtısı, kalsiyum gibi maddeler de birikir. Ateroskleroza halk arasında damar sertliği, damar kireçlenmesi de denir. Yüksek kan kolesterolünün zararlarından bahsedilirken söz konusu olan "kötü kolesterol", yani düşük yoğunluklu lipoprotein (low density lipoproteins, LDL) tarafından taşınan kolesterol düzeyidir. Yüksek yoğunluklu lipoprotein (high density lipoproteins, HDL) tarafından taşınan kolesterole "iyi kolesterol" denir (URL 1).

1.3.1. Balıklarda Kolesterol

Vassallo-Agius vd. (2001) tarafından yapılan araştırmada gökkuşağı alabalığında seminal sıvıda serbest yağ asitleri ve serbest sterollerin temel lipid bileşikleri olduğu belirtilmekte ve spermanın yağ asidi kompozisyonunun diyetler tarafından etkilendiği belirtilmektedir. Gökkuşağı alabalığı ve farklı sazan türlerinde seminal plazmada kolesterol, trigliseridler, fosfodikolin ve glikolipidlerin major lipidler olduğu bildirilmektedir (Lahnsteiner vd., 2009). Pustowka vd. (2000) ile Lahnsteiner vd. (2009)

gökkuşağı alabalığında spermada kolesterol ve tekli doymamış yağ asitlerinin (Mono Unsaturated Fatty Acids: MUFA) artması ile spermin daha uzun süre dondurularak saklanması gerçeğini rapor etmişlerdir. Labbe ve Maisse (1996) ise spermanın dondurulması işleminde sperma membranında bulunan düşük kolesterol-fosfolipid oranları ile spermanın daha iyi dondurulması arasında bir ilişkinin bulunduğunu belirlemiştir. Membranlardaki doymamış yağ asitleri, fosfolipid düzeyi ve kolesterol içeriği membran akışkanlığının kontrolünde önemli rol oynamaktadır (Farkas ve Csengeri, 1976).

İncelenen balıklarda ortalama kan kolesterol değeri $248,62 \pm 146,248 \text{ mgdL}^{-1}$ olarak bulunurken en yüksek kolesterol değeri *Salmo salar* (Everall vd., 1992) ($714,29 \text{ mgdL}^{-1}$), en düşük kolesterol değeri ise *Ictalurus punctatus* (Smith vd., 1987) türünde ($0,10 \text{ mgdL}^{-1}$) belirlenmiştir (Tablo 1.8).

Aynı balık türü ile yapılan farklı çalışmalarda tespit edilen kan kolesterol değeri değişebilmektedir. Aynı şekilde farklı familyaya ait farklı balık türleri ile yapılan çeşitli çalışmalarda da kolesterol farklı olabilmektedir. Örneğin; *Capoeta capoeta umbla* ile *Chondrostoma nasus* (Luskova vd., 1995), *Tinca tinca* (Svoboda vd., 2001) ile *Cyprinus carpio* (Yamawaki vd., 1986) türleri için birbirine yakın olarak elde edilen kolesterol değeri, *Leuciscus cephalus* (Haşiloğlu vd., 2002) türünde belirlenen kolesterol değerinden ise farklılık göstermiştir. *Pagrus auratus* (Canfield vd., 1994) ile *Chrysophrys major* (Yone vd., 1986) türleri için elde edilen kolesterol değeri birbirinden önemli derecede farklılık gösterirken benzer şekilde *Chionodraco kathleenae*, *Cryodraco antarcticus* ile *Pagothenia bernachii* (Wells vd., 1990) balıkları için tespit edilen kolesterol değerinde de farklılık gözlenmiştir (Tablo 1.8). Farklı familyalar arasında çeşitli balık türleriyle yapılan farklı araştırmaların bazılarında (Chen vd., 2002; Atamanalp, 2000; Erdoğan vd., 2002; Canfield vd., 1994; Çakıcı, 1999; Warner ve Williams, 1977; Smith vd., 1987; Svoboda vd., 2001) kolesterol değeri birbirine yakın bulunurken bazı çalışmalarda (Canfield vd., 1994; Haşiloğlu vd., 2002; Smith vd., 1987; Garcia-Garrido vd., 1990) ise farklılık göstermiştir (Tablo 1.8). Kan kolesterol değerine; toksik maddelerin (Chen vd., 2002; Atamanalp, 2000; Yamawaki vd., 1986; Martinez vd., 2004), üremenin (Çelik, 2004; Shimma vd., 1984; Svoboda vd., 2001; Mustonen vd., 2002; Erdoğan vd., 2002; Garcia-Garrido vd., 1990; MacFarlane vd., 1993), sanayi atıkları ve kirliliğin (Everall vd., 1991; Everall vd., 1992), hastalıkların (Aydın vd., 2000), beslenme durumunun (Lemaire vd., 1991; Yone vd., 1986), cinsiyetin (Svoboda vd., 2001), ay ve mevsimlerin (Çelik, 2004;

Shimma vd., 1984; Erdoğan vd., 2002), yılın (Folmar vd., 1992), balık türünün (Jeon vd., 1995) de etkili olduğu bildirilmiştir.

Tablo 1.8. Farklı tür balıklara ait kolesterol değerleri

Balık türleri	Kolesterol (mg/dL) Xort (Minimum-Maksimum)	Kaynaklar
<i>Salmo salar</i>	667,96 (393,83-714,29)	Everall vd., (1992)
<i>Ictalurus punctatus</i>	151,73 (0,10-474,10)	Smith vd., (1987)
	212,0	Warner ve Williams, (1977)
<i>Capoeta capoeta umbla</i>	250,87 (168,75-393,0)	Erdoğan vd., (2002)
<i>Chondrostoma nasus</i>	247,87 (115,84-347,50)	Luskova vd., (1995)
<i>Tinca tinca</i>	152,12 (113,13-186,11)	Svobodo vd., (2001)
<i>Cyprinus carpio</i>	147,0 (118,00-192,009)	Yamawaki vd., (1986)
<i>Leuciscus cephalus</i>	420,0	Haşiloğlu vd., (2002)
<i>Pagrus auratus</i>	196,92 (100,39-262,55)	Canfield vd., (1994)
<i>Chrysophrys major</i>	283,25 (185,00-357,00)	Yone vd., (1986)
<i>Chionodraco kathleenae</i>	204,64	Wells vd., (1990)
<i>Cryodraco antarcticus</i>	447,88	Wells vd., (1990)
<i>Pagothenia bernachii</i>	85,72	Wells vd., (1990)

1.4. Yağda Eriyen Vitaminler

Yağda eriyen vitaminlerin en önemli özelliği hipervitaminozis olayına yol açmalarıdır. Bu vitaminler lipitlerle birleşmiş durumda depolandıklarından fazla miktarları vücuttan atılamamaktadır. Bunun sonucunda dokudaki miktarlarına bağlı olarak ölümlere bile yol açabilmektedir (Halver, 1972; Hoşsu vd., 2008).

1.4.1. Vitamin A

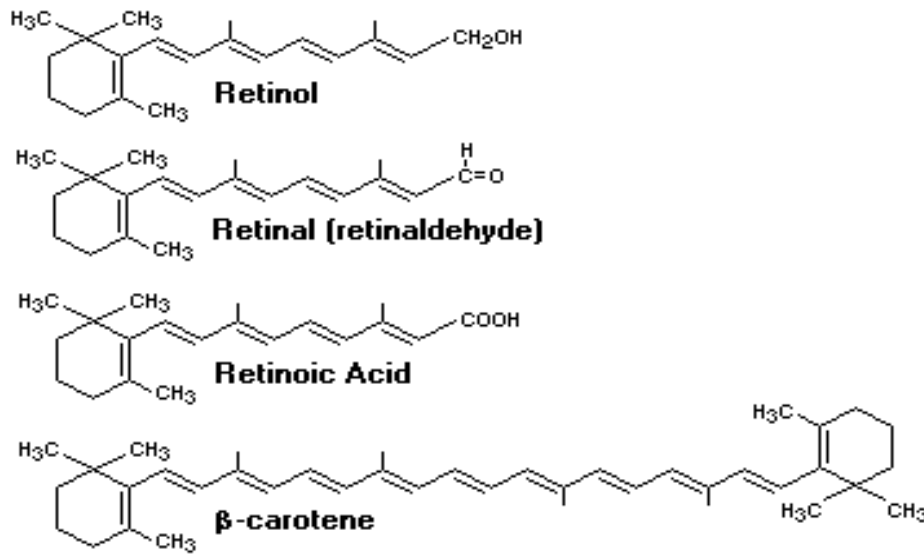
Retinol adı ile de anılmaktadır. Gözün retina tabakasından izole edilmiştir. A₁ vitamini karada yaşayan hayvanlar ile deniz balıklarının karaciğerinde bulunmaktadır. Tatlı su balıklarında ise vitamin A₁'in %30'u oranında etkili olan A₂ vitamini bulunmaktadır.

Vitamin A etkisine sahip karotenoidler bitkiler tarafından sentezlenmektedir. Bunun yanı sıra karaciğerde, balık yağında, yumurta sarısında, sütte, böbrekte ve tereyağında da vitamin A bulunmaktadır.

Vitamin A vücutta karaciğerde depo edilmektedir. Epitel dokular için esansiyel yapıdadır. Dokulardaki keratinizasyonu ve atrofiyi engellemektedir. Vitamin A'nın başka bir görevi de yeni hücrelerin oluşumunda yer almak ve enfeksiyonlara karşı direnç göstermektir (Halver, 1972; Hoşsu vd., 2008).

Balıklarda hipovitaminosis A durumunda gelişme ve görme bozuklukları, epitel dokularda keratinizasyon, gece körlüğü, gözün anterior çeperinde kanamalar, yüzgeçlerin tabanında kanamalar ve iskelet sisteminde anormallikler ortaya çıkmaktadır.

Hipervitaminosis A durumunda ise karaciğer ve dalakta genişleme, anormal büyüme, epitel dokularda keratinizasyon, iskelet sisteminde lezyonlar, kıkırdakta hiperplazi, kemik oluşumunda anormallikler, omurgada füzyonlar ortaya çıkmaktadır.

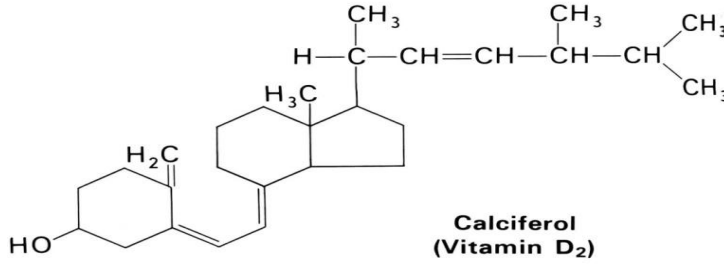


Şekil 1.3. Vitamin A'nın kimyasal yapısı (URL 2)

Balık yağları A vitaminini serbest alkoller veya esterler olarak ihtiva etmektedir. Morina balığının karaciğer yağı en iyi bilinen vitamin A kaynaklarındandır. Balıklarda A₁ vitamininin ihtiyaçları 2,5 IU/g yem olarak bildirilmektedir. Kilogram yem düzeyinde ise ihtiyaç 2000-10000 IU arasındadır (Halver, 1972; Hoşsu vd., 2008).

1.4.2. Vitamin D

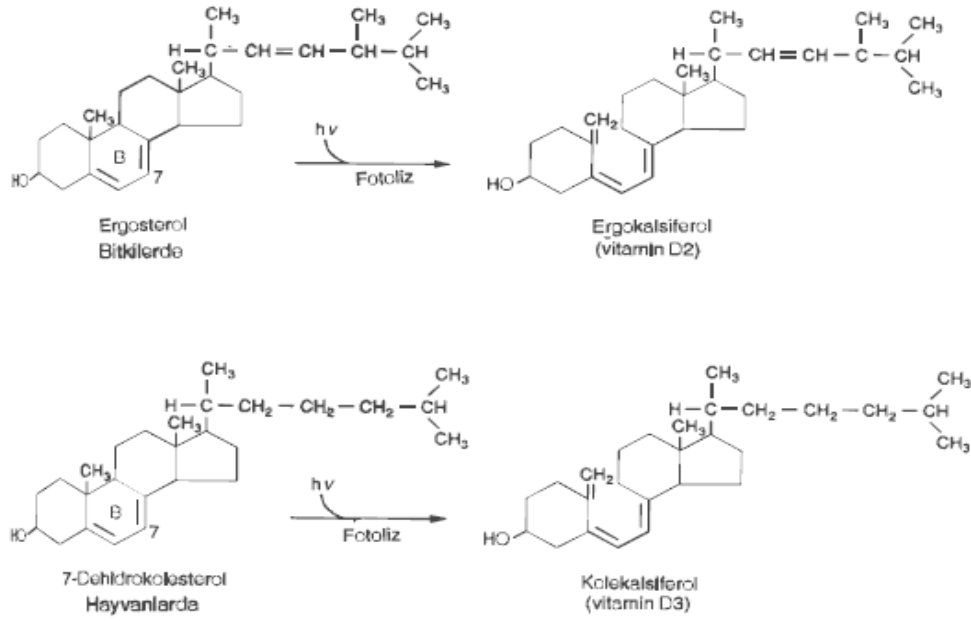
D vitamini, kalsiyum ve inorganik fosfat açısından esansiyeldir. Başlıca görevleri arasında alkali fosfat aktivitesi, kalsiyumun bağırsakta emilimi ve kemikte paratiroid hormonunun aktivitesini sağlamak vardır.



Şekil 1.4. Vitamin D'nin kimyasal yapısı (URL 2)

Vitamin D₂ (ergokalsiferol), bu vitaminin biyolojik olarak aktif olan bir formudur. Diğer formu ise D₃ (kolekalsiferol)'dür. Beyaz, kristal yapıdadır, asidik ve orta alkali solüsyonlarda ısıya ve oksidasyona karşı dayanıklıdır (Halver, 1972; Hoşsu vd., 2008).

Vitamin D eksikliği konusunda yapılan çalışmalar oldukça yetersizdir. Hipervitaminozis D çalışmalarında ise alabalıklardan yararlanılmış ve bu balıklarda gelişme düzeninin bozulduğu, uyuşukluk ve renkte koyulaşma olduğu belirlenmiştir. Yemlere yüksek miktarda vitamin D ilavesi sonucunda insanlarda hücrelerdeki ve dokulardaki fosfat ile kalsiyum oranının arttığı, iştahsızlık ve gelişme bozukluklarının ortaya çıktığı; fare ve köpeklerde ise atardamar ve böbrekte lezyonlar olduğu bildirilmiştir.



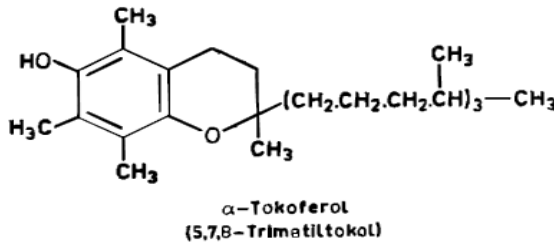
Şekil 1.5. Vitamin D'nin farklı formları (URL 2)

Genel olarak balıkların D vitaminine olan ihtiyaçları değişiklik göstermektedir. Bununla birlikte söz konusu ihtiyaçlar yemde 1600-2400 IU/kg yem olarak tahmin edilmektedir (Halver, 1972; Hoşsu vd., 2008).

1.4.3. Vitamin E

Vitamin E hücreler arası ve hücre içi antioksidanlar olarak hücredeki ve doku plazmasındaki dayanıksız metabolitlerin organizmada normal şartlarını korumak amacıyla görev yapmaktadır.

Kimyasal yapısı fizyolojik antioksidanlar gibi değişken doymamış yağ asidi şeklindedir. Vitamin E, normal olarak kanın kapillar permabilitesinde etkilidir ve kalp kasının içeriğinde bulunur. Ayrıca balık yumurtalarının oluşumunda ve embriyo membranının yapısında da bulunmaktadır. Bu nedenle vitamin E'ye antisiterilite vitamini adı da verilmektedir (Halver, 1972; Hoşsu vd., 2008).



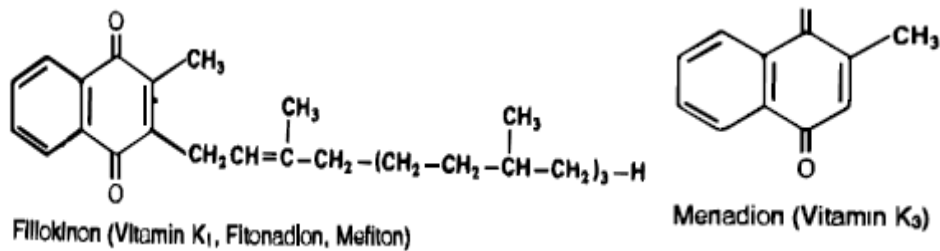
Şekil 1.6. Vitamin E (α -tokoferol)'nin kimyasal yapısı (URL 2)

Balıkların E vitaminine olan ihtiyaçları karma yemdeki doymamış yağ asitlerinin içeriğine bağlıdır. Çünkü doymamış yağ asitleri hücreler arası antioksidanlara gerek duymaktadır. Balıkların vitamin E'ye olan ihtiyaçları günde 1 kg'lık canlı ağırlığa karşılık 0,2-0,3 mg'dır.

Bitkisel yağlar zengin birer tokoferol kaynağıdır. Sentetik olarak α -tokoferol, asetat ya da fosfat formu şeklinde kullanılabilir. Çünkü bu esterler, serbest formlara oranla daha kararlı durumdadır. Bunun gibi çeşitli antioksidanların katılımı oksidasyonu önlemektedir.

Hipervitaminozis E durumunda zayıf büyüme, toksik karaciğer reaksiyonu ve ölüm görülebilmektedir. Hipovitaminozis E durumunda sarıkuyruk ve sazan balığında kas distrofisi, pek çok balıkta ise spesifik olmayan hücre dejenerasyonu görülmüştür (Halver, 1972; Hoşsu vd, 2008).

1.4.4. Vitamin K



Şekil 1.7. Vitamin K'nın kimyasal yapısı (URL 2)

K vitamini, bakteriyel enfeksiyonlara karşı alternatif olan güçlü bir yapıdır. Yapısal olarak elektron taşıma sisteminde yer almakla birlikte başlıca görevi kanın pıhtılaşmasını sağlamaktır.

Balıklarda vitamin K eksikliği belirtileri anemi, solungaçlarda, gözlerde ve vaskular dokularda hemorajiler ve yaralı balıklarda ölümlerdir. Solungaçlarda hemorajik bölgeler hassas dokularda özellikle solungaçlarda görülür. Kanın pıhtılaşma süresi de artmaktadır. K vitamini, özellikle yüksek populasyon yoğunluğuna sahip entansif stoklarda kullanılmaktadır.

Yeşil sebzeler ve yapraklı bitkiler K vitamini açısından zengin bir yapıdadır. Soya fasulyesinde ve hayvanların karaciğerinde ise düşük miktarda bulunmaktadır. Sentetik olarak menadione (K₃) tercih edilmektedir.

Yonca en iyi vitamin K kaynağıdır. Doğal vitamin K her ne kadar dış etkilere karşı değişmez yapıda ise de sentetik materyal oksidasyondan ve U.V.'den uzak tutulmaktadır. Balık yemleri kuru tutulmalı ve minimum hava oksidasyonu sağlanmalıdır. K vitamini ile hazırlanan yemler kısa zaman içerisinde tüketilmeli ve en az vitamin kaybına yol açılmalıdır (Halver, 1972; Hoşsu vd, 2008).

1.4.5. Deniz Balıklarının Yağda Eriyen Vitamin İhtiyaçları

Deniz balıklarının yağları A, D, E vitaminlerinin zengin kaynaklarındandır. Vitamin A, özellikle balık karaciğer yağları içerisinde bulunur. Kalkan ve morina balığı karaciğer yağları, A ve D vitaminleri bakımından oldukça zengindir. Sardalya balığının 100 g'lık etinde 500 IU D vitamini, 4500 IU A vitamini bulunur. Ringa, uskumru ve salmon balığı dokuları değişken miktarlarda D vitamini içerir.

Mezgit, karides ve deniztarağı, yaklaşık 0,6 mg/100 g vitamin E içerir. Vitamin E, antioksidan olarak gıda ürünlerinin geliştirilmesinde kullanılabilir. Örneğin, hayvan yemleri PUFA ile zenginleştirilebilir. Ancak bu durumda, lipid oksidasyonu riski artar. Bunu önlemek için yemlere vitamin E ilave edilmelidir (Venugopal, 2009).

Stephan vd. (1995), d- α - tokoferol ilaveli diyetlerin levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve kalkanların (*Scophthalmus maximus*) yağ dokularındaki oksidasyonu önlediğini gözlemlemişlerdir.

Gatta vd. (2000), farklı seviyelerdeki E vitamininin levrek (*D. labrax*)'lerin et kalitesine etkilerini incelemişlerdir. Başlangıç canlı ağırlığı ortalama 208 g olan balıkları, dört farklı dozda E vitamini (kg yemde sırasıyla 139, 254, 493 ve 942 mg) ilaveli yemlerle beslemişlerdir. Birinci, 3. 6., 9. ve 12. günlerde her tanktan 20 balık örneklemişlerdir. Araştırmacılar bu balıkların fileto E vitamini analizlerini yapmışlardır. Sonuçta, filetonun E

vitamini içeriğinin doz artısına bağlı olarak arttığını (gruplara göre sırasıyla, 98,0, 150,7, 225,2 ve 302,0 µ/g lipit) ve gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğunu ileri sürmüşlerdir ($P<0,05$). Bu gruplardaki balıkların spesifik büyüme oranları (SBO) (sırasıyla, 0,63, 0,54, 0,57, 0,61) ve yem değerlendirme oranlarının (YDO) (sırasıyla 1,28, 1,36, 1,35, 1,30) arasındaki farklılığı istatistiksel olarak önemsiz bulmuşlardır ($P>0,05$).

Izquierdo vd. (2001), düşük oranda E vitamini içeren yemlerle beslenen çipuralarda (*Sparus aurata*) normal yumurtlama yüzdesinde azalma gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Ayrıca, E vitaminin erkek balıklarda spermatogenez süresince ve spermelerin yumurtaları dölleme süresine kadarki dönem için önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Tocher vd. (2002), deniz balıklarının erken dönemlerinde ağırlık artışı, büyüme ve hayatta kalma oranlarının, patolojik değişikliklere neden olan lipid oksidasyon probleminden korunmalarına bağlı olarak değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Ruff vd. (2003), farklı oranlarda E vitamini ile pazarlama boyuna kadar besledikleri kalkan (*S. maximus*)' larda E vitamininin dokulardaki düzeylerini belirlemişlerdir. Bu çalışmada, başlangıç canlı ağırlığı ortalama 347 ± 20 g olan kalkanları 4 gruba ayırmışlar ve ticari kalkan diyetlerine (%60 protein, %12 yağ içeren), α - tokoferol asetat ve askorbil-2 monofosfat (sırasıyla 500-100, 1000-100, 100-1000, 100-100 mg α - tokoferol asetat (mg)- askorbil-2 monofosfat (mg)/kg yem oranlarında) katmışlardır. On beş hafta sonunda fileto, karaciğer, kalp ve böbrek dokularındaki tokoferol düzeylerinin, yüksek α - tokoferol asetat içeren yemlerle beslenen balıklarda daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir ($P<0,05$).

1.4.6. Tatlısu Balıklarının Yağda Eriyen Vitamin İhtiyaçları

Balıkların vitamin gereksinimleri türlere göre farklılık göstermektedir (Shiau ve Hsu, 2002). Shiau ve Lin (2006), yaptıkları çalışmada tilapia türü balıkların vitamin ihtiyaçlarını incelemişler ve her vitaminin birbiriyle etkileşim içerisinde olduğunu belirtmişlerdir.

Sau vd. (2004), sazangiller familyasından olan *Labeo rohita* (Rohu) yavruları ile yaptıkları bir çalışmada, balıkların vitamin E ihtiyaçlarını ve büyüme performanslarını incelemişler ve yavrulardaki en iyi gelişimin 131,91 mg/kg vitamin E ilavesi yapılan yemlerle elde edildiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda en iyi büyüme ve gelişmenin Atlantik Salmonda 120 mg/kg, sazanlarda 80-100 mg/kg vitamin E katkısıyla gerçekleştiği bildirilmiştir (Halver, 2002, Palace ve Werner, 2006).

Watanabe ve Takashima (1977), sazanlarda (*Cyprinus carpio*) E vitamininin artışının ovaryum gelişiminde olduğu gibi, üreme performansında da artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Watanabe (1990), E vitamininin sazan ve ayu (*Plecoglossus altivelis*) balıklarının gonadlarının olgunlaşmasını, yumurtalarının açılma ve yavrularının hayatta kalma oranlarını etkileyen önemli bir besleyici madde olduğunu bildirmiştir.

Frigg vd. (1990), E vitamini aktivitesinde önemli rol oynayan d- α - tokoferol ilaveli diyetlerin, alabalığın yağ dokularındaki oksidasyonu (oksidlenme) önlediğini rapor etmişlerdir.

Santiago ve Gonzal (2000), 22 aylık sazanları (*Aristichthys nobilis*) 20 ay boyunca vitamin A, C ve E diyetleriyle besleyerek bu vitaminlerin üreme performansı üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Bu araştırmada, bu üç vitaminin tümünü içeren grup, 1. diyet grubu olarak adlandırılmıştır. İkinci, 3. ve 4. diyet grupları her bir vitaminin eksiltildiği gruplardan oluşturulmuştur. Besinci diyet grubu ise, hiç vitamin içermeyen kontrol grubundan oluşmuştur. Sonuç olarak, kontrol grubu ve diğer yem grupları karşılaştırıldığında, vitaminlerin tümünü içeren yemle beslenen balıklarda 2-3 ay erken cinsi olgunluğa ulaşma görülmüştür.

Gouillou-Coustans vd. (1998), *Cyprinus carpio* larvaları üzerinde yaptıkları çalışmada balıkların larval aşamadan itibaren büyüme süresince vitamin ihtiyaçlarının giderek arttığını, ancak büyümenin ilk aşaması ile üreme döneminde diğer dönemlere oranla daha fazla gereksinim duyduklarını belirtmişlerdir.

Tablo 1.9. Bazı balık türlerinin yağda eriyen vitamin ihtiyaç düzeyleri (Jobling, 1994)

Vitaminler (mg)	Kanal Yayın Balığı	Sazan Balığı	Chinook Salmon Balığı	Yemde Önerilen Miktar (mg/kg)
Yağda Eriyenler				
A	2000 IU	10 000 IU	2500 IU	2500 IU
D	500 IU	-	-	2400 IU
E	50	100	30	50
K	-	-	-	10

2. MATERİYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışmada balık materyali olarak, Munzur dağlarının zirvelerinden Ovacık-Tunceli istikametine doğru akan Munzur Çayı'ndan yakalanan ağırlığı 89,35-429,0 g ve total boyu 20,13-32,0 cm arasında değişen toplam 200 adet *S. t. macrostigma* kullanıldı (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. *Salmo trutta macrostigma*'nın lateral görünüşü (Orijinal)

2.2. Metot

2.2.1. Denemenin Planlanması ve Uygulanması

S. t. macrostigma, Munzur Çayı (Tunceli)'nden, serpmeye ağı kullanılarak yakalandı. Balıklar üreme dönemi öncesi (Eylül-Ekim ayları), üreme dönemi (Kasım-Aralık ayları) ve üreme dönemi sonrasında (Ocak-Şubat aylarında) temin edildi.

Yakalanan balıklar buz içerisinde taşınarak, 2 saat içinde Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine getirildi ve laboratuvarında; ağırlıkları tartıldı, boyları ölçüldü. Gonadların (ovaryum ve testis) ağırlığı gonadosomatik indeks değerinin hesaplanması için tartıldı. Daha sonra gonadlardan kimyasal analizler için doku örnekleri alındı.

Balıkların ağırlıkları ± 1 g hassasiyetli dijital terazide tartılarak, total boyları ise 1 mm taksimatlı ölçüm tahtası kullanılarak belirlendi.



Şekil 2.2. *Salmo trutta macrostigma*'nın boy ölçümü (Orijinal)

2.2.2. Kondisyon Faktörü

Kondisyon faktörü (K), balıklarda morfolojik yapının en iyi kontrol edildiği formüldür. Beslenme ve gelişme kriterlerinden biridir. Bu faktör balıkların refahıyla ilişkili olarak balığın fizyolojik durumunun bilgisini yansıtır. Kondisyon faktörünün hesaplanmasında (Halver, 1972) tarafından belirtilen formül kullanıldı.

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

CA: Balığın canlı ağırlığı (g)

L: Balığın total boyu (cm)

2.2.3. Gonadosomatik İndeks

Gonadosomatik indeks (GSI), balıklarda gonadal gelişimin belirlenmesinde kullanılır. Balığın gonad ağırlığının canlı ağırlığına oranı olarak ifade edilmektedir. Gonadosomatik indeks değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı (Halver, 1989).

$$GSI (\%) = (GA / CA) \times 100$$

GA: Gonad ağırlığı (g)

CA: Balığın canlı ağırlığı (g)

2.2.4. Yaş Tayini

Balıkların yaşının tespitinde kemiksi yapı olarak omurlar kullanıldı. Baştan 3.'den 5.'ye kadar olan omurlar alındı. Saf su içerisinde kaynatılarak üzerindeki doku fırça yardımıyla temizlendi. Işık mikroskobu altında incelendi. Omurlardaki yaş halkaları sayılarak balıkların yaşları belirlendi (Chugunova, 1963).

2.2.5. Kimyasal Analizler

Çalışmada kullanılan dişi ve erkek balıkların gonadlarında (ovaryum ve testis) yağ asitleri, kolesterol ve yağda eriyen vitaminlerin (A, D, E ve K vitaminleri) düzeyleri analiz edildi (AOAC, 1995). Örneklere ait ham protein, ham yağ, kuru madde ve ham kül analizleri Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi “Yem Analizi ve İşleme Laboratuvarları” nda; yağ asidi, kolesterol ve vitamin analizleri ise Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünün “Biyokimya Laboratuvarı” nda yapıldı.

2.2.5.1. Yağ Asitleri Analizi

Yağ asitleri analizinde; lipidlerin ekstraksiyonu Hara ve Radin (1978) metoduyla, yağ asidi metil esterlerinin hazırlanması ve gaz kromatografi analizi ise Christie (1992)'ye göre yapıldı.

Mevcut örneklerden (ovaryum ve testisler) lipidlerin ekstraksiyonu için; 1 g örnek 3:2 (v/v) oranında 10 ml hekzan-izopropanol karışımı içinde 30 sn süreyle homojenize edildi. Homojenat santrifüj tüplerine alınarak 7000 rpm'de 10 dk süreyle santrifüj edilerek ve supernatant ağzı kapaklı büyük deney tüplerine alındı ve yağ asitleri analizi için kullanıldı (Hara ve Radin, 1978).

Metil esteri hazırlamak için; hekzan/izopropanol fazı içindeki lipid ekstraktı 25 ml'lik sızdırma yapmayan deney tüplerine alındı. Üzerine %2'lik metanolik sülfürik asitten 5 ml ilave edilip, vorteks ile karıştırıldı. Bu karışım 55 °C'lik etüvde 15 saat süre ile inkübasyona bırakıldı. Oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 5 ml %5 lik sodyum klorür ilave edilerek karıştırıldı. Tüpler içinde oluşan yağ asidi metil esterleri 5 ml hekzan ile ekstrakte edilerek, üzerine 5 ml %2'lik KHCO₃ ilave edilip fazların ayrılması için 4 saat beklenildi. Daha sonra metil esterlerini içeren karışım, 45 °C de ve azot akımı altında

çözücüsü uçurulduktan sonra, 1 ml heptan ile çözülerek 2 ml'lik ağzı kapaklı otosampler vialleri içine alınarak SHIMADZU GC 17 gaz kromatografisi ile analizleri yapıldı (Şekil 2.3). Bu analiz için 25 m uzunluğunda, 0,25 μm iç çapında ve PERMABOND 25 mikron film kalınlığına sahip Machery-Nagel (Germany) kapiller kolon kullanılmıştır. Analiz sırasında kolon sıcaklığı 120-220 $^{\circ}\text{C}$, enjeksiyon sıcaklığı 240 $^{\circ}\text{C}$ ve dedektör sıcaklığı 280 $^{\circ}\text{C}$ olarak sabitlendi. Kolon sıcaklık programı 120 $^{\circ}\text{C}$ 'den 220 $^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar ayarlandı. Sıcaklık artışı 200 $^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar 5 $^{\circ}\text{C}/\text{dk}$ ve 200'den 220'ye kadar 4 $^{\circ}\text{C}/\text{dk}$ olarak belirlendi. Taşıyıcı gaz olarak azot gazı kullanıldı. Analiz sırasında örnekler ait yağ asidi metil esterlerinin analizinden önce, standart yağ asidi metil esterlerine ait karışımlar enjekte edilerek, her bir yağ asidinin alıkonma süreleri belirlenmiştir. Bu işlemten sonra gerekli programlama yapılarak, örnekler ait yağ asidi metil esterleri karışımlarının analizi gerçekleştirildi (Christie, 1992).

Şekil 2.3. SHIMADZU GC 17 model gaz kromatografi cihazı

Balıklardan elde edilen gonadların kolesterol ile A, D, E, K vitamin düzeylerini belirlemek amacıyla CECİL 1100 serisi “yüksek performanslı sıvı kromatografisi cihazı (HPLC)” kullanıldı (Şekil 2.4). Kolesterol analizi için, homojenize edilmiş örneklerden

1'er gram alınıp esterleştirme işleminden sonra, kolesterol ekstrakte edildi. Ekstraktlar 5000 rpm'de 5 dk süreyle santrüfuj edildi. Daha sonra, üst fazdan alınan numuneden yüksek performanslı sıvı kromatografi cihazına her seferinde 5 µl enjeksiyon yapıldı. Kolesterol, A (retinol), D, E ve K vitaminleri standartlarına ait kromatogram L'opez-Cervantes vd. (2006)'in bildirdiği şekilde elde edildi. Kolesterol ve E vitamini 202 nm, A vitamini (retinol) 326 nm, D ve K vitaminleri ise 265 nm dalga boyunda tespit edildi.



Şekil 2.4. CECİL 1100 model yüksek performanslı sıvı kromatografi cihazı

2.2.5.3. Balıkların Avlandığı Munzur Suyunun Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen ve pH Değerleri

Çalışma süresince balıkların avlandığı Munzur Çayı (Tunceli)'na ait suyun sıcaklık, çözünmüş oksijen ve pH düzeyleri belirlendi. Suyun sıcaklığı 1 °C taksimatlı termometre, çözünmüş oksijen miktarı (mg/L) portatif oksijen metre ve pH'sı portatif pH metre kullanılarak aylık periyotlarla tespit edildi.

2.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi

S. t. macrostigma'nın ağırlık, total boy, standart boy, çatal boy, kondisyon faktörü, gonadosomatik indeks değeri, ham besin değerleri, yağ asitleri, kolesterol düzeyi ve yağda eriyen vitaminlere (ADEK) ait aritmetik ortalama ve standart hatanın hesaplanması, bu değerlere ait hem üreme dönemi öncesi, üreme dönemi, üreme dönemi sonrası farklılıkların hem de yaş grupları arasındaki farklılıkların önemli önemli olup olmadığının tespit edilmesi amacıyla “*Varyans Analizi*” uygulanmıştır. Gruplar arası farklılıklar 0,05 önem derecesine göre değerlendirildi. Verilen önem derecesinde hangi gruplar arasında farklılık olduğunu belirlemek amacıyla “*Tukey*” çoklu karşılaştırma testi kullanılmış ve sonuçlar söz konusu ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde gösterilmiştir. Belirtilen istatistiksel analizler bilgisayar ortamından SPSS 16.0 paket programı (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) kullanılarak yapıldı.

3. BULGULAR

3.1. *Salmo trutta macrostigma*'nın Boy ve Ağırlık Değerleri

Araştırmada, Munzur Çayı'ndan üreme dönemi öncesi (Eylül-Ekim ayları), üreme dönemi (Kasım-Aralık ayları) ve üreme dönemi sonrasında (Ocak-Şubat ayları) yakalanan *S. t. macrostigma*'nın boy ve ağırlık değerleri Tablo 3.1' de verildi.

Tablo 3.1. *Salmo trutta macrostigma*'nın avlanma dönemleri ve yaş gruplarına göre boy ve ağırlık değerleri

Avlanma dönemleri	N	Yaş	Total boy (cm)	Çatal boy (cm)	Standart boy (cm)	Ağırlık (g)
Üreme dönemi öncesi	64	I	21,37±0,19 ^{Aa}	20,4±0,19 ^{Aa}	18,70±0,19 ^{Aa}	89,35±2,25 ^{Aa}
	16	II	24,55±0,14 ^{Ab}	23,57±0,12 ^{Ab}	21,92±0,14 ^{Ab}	140,16±2,13 ^{Ab}
	4	III	32,0±0,00 ^{Ac}	31,0±0,00 ^{Ac}	29,5±0,00 ^{Ac}	304,3±0,00 ^{Ac}
Üreme dönemi	24	I	22,28±0,19 ^{Ba}	21,33±0,19 ^{Ba}	19,61±0,20 ^{Ba}	100,6±2,84 ^{Ba}
	12	II	24,16±0,12 ^{Ab}	23,10±0,11 ^{Ab}	21,40±0,13 ^{ABb}	138,8±0,62 ^{Ab}
	4	III	27,60±0,00 ^{Bc}	26,90±0,00 ^{Bc}	24,60±0,00 ^{Bc}	225,3±0,00 ^{Bc}
Üreme dönemi sonrası	40	I	20,13±0,19 ^{Ca}	19,37±0,20 ^{Ca}	17,26±0,17 ^{Ca}	93,8±2,69 ^{ABa}
	20	II	24,42±0,36 ^{Ab}	23,50±0,37 ^{Ab}	20,84±0,26 ^{Bb}	164,0±6,10 ^{Bb}
	4	III	31,0±0,00 ^{Cc}	30,0±0,00 ^{Cc}	28,0±0,00 ^{Cc}	429,0±0,00 ^{Cc}

Aynı dönem, farklı yaş ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemi küçük harflerle gösterilmiştir ($P < 0,05$).

Farklı dönem, aynı yaş ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemi büyük harflerle gösterilmiştir ($P < 0,05$).

3.2. *Salmo trutta macrostigma*'nın Ham Besin Madde Düzeyleri

Araştırma sonucunda *S. t. macrostigma*'nın etindeki ham protein (%), ham yağ (%), ham kül (%) ve nem (%) oranlarının dönemlere göre değişimi Tablo 3.2' de verildi.

Tablo 3.2. *Salmo trutta macrostigma* etinin avlanma dönemlerine göre besin madde düzeyleri

Avlanma dönemleri *	N	Ham protein (%)	Ham yağ (%)	Ham kül (%)	Nem (%)	Azotsuz öz madde (%)
Üreme dönemi öncesi	12	17,88±1,72	2,89±0,56	0,99±0,68	77,42±0,10	0,82±0,09
Üreme dönemi	12	17,21±0,77	3,56±0,73	1,28±0,04	76,98±0,25	0,97±0,16
Üreme dönemi sonrası	12	17,07±0,67	2,67±1,01	1,14±0,04	77,87±0,48	1,25±0,23

* Aynı sütundaki ortalama (± standart hata) değerler arasındaki farklılıklar önemsiz (P> 0,05).

3.3. *Salmo trutta macrostigma*'nın Kondisyon Faktörü ve Gonadosomatik İndeks Değerleri

Araştırmada kullanılan *S. t. macrostigma*'nın kondisyon faktörü ve gonadosomatik indeks değerleri Tablo 3.3 'de verildi.

Tablo 3.3. *Salmo trutta macrostigma*'nın avlanma dönemleri ve yaş gruplarına göre kondisyon faktörü ve gonadosomatik indeks değerleri

Avlanma dönemleri*	N	Yaş	Kondisyon faktörü	Gonadosomatik indeks
	64	I	0,90±0,00 ^{Aa}	0,46±0,03 ^{Aa}
Üreme dönemi öncesi	16	II	0,94±0,01 ^{Ab}	0,18±0,01 ^{Ab}
	4	III	0,92±0,00 ^{Aab}	0,21±0,00 ^{Aab}
	24	I	0,90±0,01 ^{Aa}	0,20±0,02 ^{Aa}
Üreme dönemi	12	II	0,98±0,02 ^{Ab}	0,14±0,01 ^{Aa}
	4	III	1,07±0,00 ^{Bc}	0,17±0,00 ^{Ba}
	40	I	1,13±0,01 ^{Ba}	1,46±0,34 ^{Ba}
Üreme dönemi sonrası	20	II	1,12±0,02 ^{Ba}	1,76±0,46 ^{Ba}
	4	III	1,44±0,00 ^{Cb}	4,71±0,00 ^{Cb}

Aynı dönem, farklı yaş ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemi küçük harflerle gösterilmiştir (P< 0,05).

Farklı dönem, aynı yaş ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemi büyük harflerle gösterilmiştir (P< 0,05).

Kondisyon faktörü değerleri, sırasıyla üreme dönemi öncesi yaş gruplarında %0,90, %0,94 ve %0,92, üreme dönemi yaş gruplarında %0,90, %0,98 ve %1,07, üreme dönemi sonrası yaş gruplarında ise %1,13, %1,12 ve %1,44 olarak bulundu. En yüksek kondisyon faktörü değeri üreme dönemi sonrası 3. yaş grubundaki balıklardan sağlandı. En düşük kondisyon faktörü değeri ise üreme dönemi öncesi ile üreme dönemi 1. yaş grubundaki balıklardan sağlandı. Araştırma gruplarındaki balıkların kondisyon faktörü değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) olduğu belirlendi.

Gonadosomatik indeks değerleri ise, sırasıyla üreme dönemi öncesi yaş gruplarında %0,46, %0,18 ve %0,21, üreme dönemi yaş gruplarında %0,20, %0,14 ve %0,17, üreme dönemi sonrası yaş gruplarında ise %1,46, %1,76 ve %4,71 olarak bulundu. En yüksek gonadosomatik indeks değeri üreme dönemi sonrası 3. yaş grubundaki balıklardan sağlandı. En düşük gonadosomatik indeks değeri ise üreme dönemi 2. yaş grubundaki balıklardan sağlandı. Araştırma gruplarındaki balıkların üreme dönemi öncesi, üreme dönemi sonrası ile aynı yaş gruplarındaki gonadosomatik indeks değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$); üreme dönemi gonadosomatik indeks değerleri arasındaki farklılıkların ise istatistiksel olarak önemsiz ($P>0,05$) olduğu belirlendi.

3.4. *Salmo trutta macrostigma*'nın Gonadlarındaki Yağ Asit Düzeyleri

Araştırmada kullanılan *S. t. macrostigma*'nın gonadlarındaki yağ asit düzeyleri Tablo 3.4 'de verildi.

Tablo 3.4. *Salmo trutta macrostigma*'nın gonadlarındaki yağ asidi kompozisyonunda avlanma dönemleri ve yaş gruplarına göre meydana gelen değişimler

Yağ asitleri (toplam yağ asitlerinin %'si)	Üreme dönemi öncesi			Üreme dönemi			Üreme dönemi sonrası		
	I yaş (N=64)	II yaş (N=16)	III yaş (N=4)	I yaş (N=24)	II yaş (N=12)	III yaş (N=4)	I yaş (N=40)	II yaş (N=20)	III yaş (N=4)
C14:0 Miristik asit	1,28±0,15 ^{Aab}	2,00±0,00 ^{Aa}	0,77±0,00 ^{Ab}	1,91±0,03 ^{Ba}	1,78±0,00 ^{ABa}	1,35±0,00 ^{Bb}	1,86±0,10 ^{Ba}	1,45±0,08 ^{Bb}	1,13±0,00 ^{Cb}
C16:0 Palmitik asit	21,99±0,40 ^{Aa}	20,93±0,94 ^{Aa}	20,78±0,00 ^{Aa}	20,69±0,44 ^{Ab}	21,73±0,40 ^{Aa}	18,41±0,00 ^{Bb}	21,96±0,20 ^{Aa}	21,72±0,29 ^{Aa}	21,76±0,00 ^{Ca}
C17:0 Heptadekanoik asit	0,93±0,03 ^{Aa}	- ^{Ab}	- ^{Ab}	1,2±0,08 ^{Aa}	- ^{Ab}	- ^{Ab}	1,04±0,11 ^{Aa}	0,98±0,22 ^{Ba}	0,46±0,00 ^{Ba}
C18:0 Stearik asit	23,08±0,69 ^{Aa}	22,45±0,95 ^{Aa}	24,08±0,00 ^{Aa}	24,59±0,56 ^{Aa}	25,45±1,22 ^{Aa}	28,56±0,00 ^{Ba}	13,88±0,48 ^{Ba}	13,92±0,85 ^{Ba}	13,59±0,00 ^{Ca}
ΣSFA (Saturated fatty acids)	47,28	45,38	45,63	48,39	48,96	48,32	38,74	38,07	36,94
C16:1 n-9 Palmitoleik asit	6,48±0,33 ^{Aa}	6,43±0,55 ^{Aa}	5,96±0,00 ^{Aa}	6,49±0,52 ^{Ba}	6,32±0,63 ^{ABa}	5,57±0,00 ^{Bb}	10,21±0,79 ^{Ba}	6,62±1,17 ^{Aa}	4,20±0,00 ^{Ca}
C18:1 n-9 Oleik asit	5,70±0,26 ^{Aa}	5,60±0,09 ^{Aa}	- ^{Ab}	5,01±0,11 ^{Ba}	5,28±0,00 ^{ABb}	- ^{Ac}	8,74±0,13 ^{Ca}	8,08±0,53 ^{Ba}	7,90±0,00 ^{Ba}
C20:1 n-9 Eikosanoik asit	0,53±0,00 ^{Aa}	- ^{Ab}	- ^{Ab}	1,63±0,14 ^{Ba}	- ^{Ab}	- ^{Ab}	1,26±0,13 ^{Ba}	1,03±0,39 ^{Ba}	0,3±0,00 ^{Ba}
ΣMUFA (Monounsaturated fatty acids)	12,71	12,03	5,96	13,13	11,6	5,57	20,21	15,73	12,4
C18:2 n-6 trans- Linoleaidik asit	0,98±0,04 ^{Aa}	- ^{Ab}	0,83±0,00 ^{Ac}	1,45±0,08 ^{Ba}	1,11±0,00 ^{Bb}	1,05±0,00 ^{Bb}	1,08±0,08 ^{Aa}	1,13±0,05 ^{Ba}	1,03±0,00 ^{Ca}
C18:2 n-6 cis-Linoleik asit	4,11±0,19 ^{Aa}	4,78±0,35 ^{Aa}	3,86±0,00 ^{Aa}	4,70±0,18 ^{Aa}	4,49±0,09 ^{Aa}	4,24±0,00 ^{Ba}	2,53±0,08 ^{Ba}	2,12±0,29 ^{Bb}	1,99±0,00 ^{Ca}
C18:3 n-3 alfa-Linolenik asit	5,61±0,47 ^{Aa}	5,90±0,65 ^{Aa}	3,48±0,00 ^{Aa}	6,58±0,54 ^{Aa}	6,42±0,26 ^{Aa}	3,75±0,00 ^{Ba}	3,45±0,12 ^{Ba}	2,84±0,09 ^{Bb}	3,24±0,00 ^{Cab}
C20:4 n-6 Araşidonik asit	2,66±0,18 ^{Aa}	2,99±0,14 ^{Aa}	5,67±0,00 ^{Ab}	3,30±0,34 ^{Aa}	3,82±0,24 ^{Aa}	7,32±0,00 ^{Bb}	3,04±0,23 ^{Aa}	6,07±0,74 ^{Bb}	7,34±0,00 ^{Cb}
C20:4 n-3 Eikosatetraenoik asit	1,07±0,07 ^{Aa}	- ^{Ab}	0,62±0,00 ^{Ac}	1,13±0,00 ^{ABa}	- ^{Ab}	- ^{Bb}	1,50±0,07 ^{Ba}	1,41±0,04 ^{Ba}	1,39±0,00 ^{Ca}
C20:5 n-3 Eikosapentanoik asit	7,82±0,25 ^{Aa}	8,57±0,54 ^{Aa}	7,91±0,00 ^{Aa}	8,15±0,44 ^{Aa}	8,21±0,23 ^{Aa}	7,11±0,00 ^{Ba}	11,66±0,36 ^{Ba}	11,30±0,70 ^{Ba}	11,95±0,00 ^{Ca}
C22:5 n-3 Dokosapentaenoik asit	2,50±0,17 ^{Aab}	2,63±0,13 ^{Aa}	4,78±0,00 ^{Ab}	2,46±0,09 ^{Ba}	2,33±0,04 ^{Ab}	4,59±0,00 ^{Bc}	3,50±0,18 ^{Ca}	4,16±0,22 ^{Ba}	4,71±0,00 ^{Ca}
C22:6 n-3 Dokosaheksaenoik asit	12,91±0,83 ^{Aa}	13,60±0,48 ^{Aa}	21,20±0,00 ^{Aa}	10,52±1,04 ^{Ba}	12,01±0,90 ^{Ab}	14,17±0,00 ^{Bab}	12,94±0,68 ^{Ba}	17,09±1,13 ^{Bb}	17,59±0,00 ^{Cab}
ΣPUFA (Polyunsaturated fatty acids)	37,66	38,47	48,35	38,29	38,39	42,23	39,7	46,12	49,24
Σ n-3	29,91	30,7	37,99	28,84	28,97	29,62	33,05	36,8	38,88
Σ n-6	7,75	7,77	10,36	9,45	9,42	12,61	6,65	9,32	10,36
Σ n-3/Σ n-6	3,85	3,95	3,66	3,05	3,07	2,34	4,96	3,94	3,75
DHA+EPA	20,73	22,17	29,11	18,67	20,22	21,28	24,6	28,39	29,54
%Tanımlanamayan	2,35	4,12	0,06	0,19	1,05	3,88	1,35	0,08	1,42

Aynı dönem, farklı yaş ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemi küçük harflerle gösterilmiştir (P< 0,05).

Farklı dönem, aynı yaş ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemi büyük harflerle gösterilmiştir (P< 0,05).

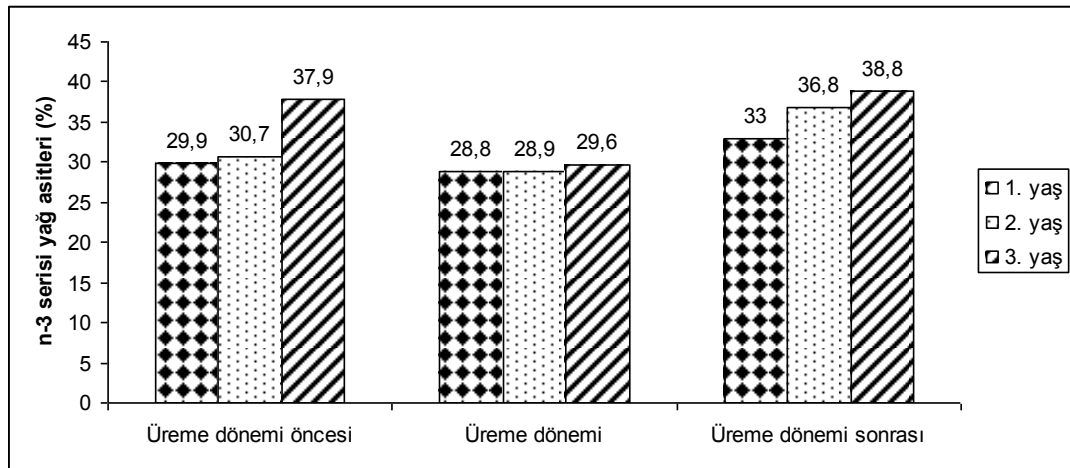
- : O gruba ait veri bulunamadığını göstermektedir. SFA: Doymuş yağ asitleri. MUFA: Tekli doymamış yağ asitleri. PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri.

Araştırma sonucunda, tüm dönemlerde *S. t. macrostigma*'nın gonadlarındaki temel yağ asitlerinin palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), palmitoleik asit (C16:1 n-9), oleik asit (C18:1 n-9), cis-linoleik asit (C18:2 n-6), alfa-linolenik asit (C18:3 n-3), araşidonik asit (C20:4 n-6), eikosapentaenoik asit (C20:5 n-3), dokosapentaenoik asit (C22:5 n-3), dokosaheksaenoik asit (C22:6 n-3) olduğu belirlendi (Tablo 3.4).

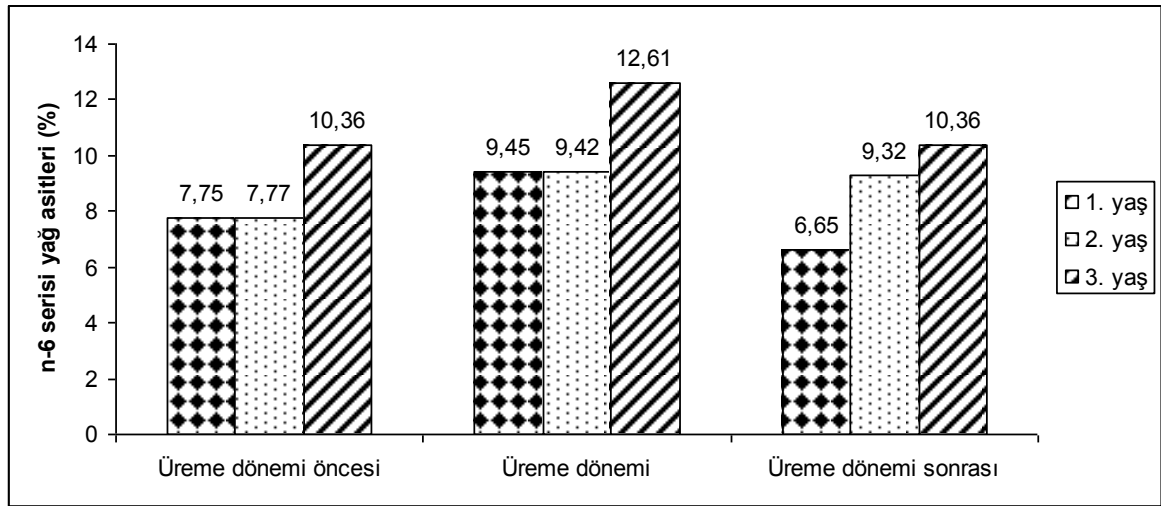
Doymuş yağ asitlerinin (Saturated Fatty Acids: SFA) toplam yağ asitleri içindeki oransal miktarları, sırasıyla üreme dönemi öncesi yaş gruplarında %47,28, %45,38, %45,63, üreme dönemi yaş gruplarında %48,39, %48,96, %48,32, üreme dönemi sonrası yaş gruplarında ise %38,74, %38,07 ve %36,94 olarak bulundu. Doymuş yağ asitleri içinde en yüksek oranlar, palmitik asit (C16:0) (sırasıyla üreme dönemi öncesi %21,99, %20,93, %20,78, üreme dönemi %20,69, %21,73, %18,41, üreme dönemi sonrası %21,96, %21,72, %21,76) ile stearik asitte (C18:0) (sırasıyla üreme dönemi öncesi %23,08, %22,45, %24,08, üreme dönemi %24,59, %25,45, %28,56, üreme dönemi sonrası %13,88, %13,92, %13,59) görüldü. Palmitik asit değerleri üreme dönemi öncesi, üreme dönemi sonrası, 1. yaş grupları, 2. yaş grupları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0,05$); üreme dönemi, 3. yaş grupları arasındaki farklılıkların ise istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlendi. Stearik asit değerleri üreme dönemi öncesi, üreme dönemi, üreme dönemi sonrası arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0,05$); tüm yaş grupları arasındaki farklılıkların ise istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlendi.

MUFA'ların toplam yağ asitleri içindeki oransal miktarları, sırasıyla üreme dönemi öncesi yaş gruplarında %12,71, %12,03, %5,96, üreme dönemi yaş gruplarında %13,13, %11,6, %5,57, üreme dönemi sonrası yaş gruplarında ise %20,21, %15,73 ve %12,4 olarak bulundu. MUFA içinde baskın olarak bulunan yağ asitleri, palmitoleik asit (C16:1n-9) ve oleik asit (C18:1n-9) olarak belirlendi ve palmitoleik asit oranının %4,20 ile %10,21, oleik asit oranının ise %5,01 ile %8,74 arasında değiştiği saptandı. Palmitoleik asit değerleri üreme dönemi öncesi, üreme dönemi sonrası, 2. yaş grupları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0,05$); üreme dönemi ile diğer yaş grupları arasındaki farklılıkların ise istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlendi.

PUFA'ların toplam yağ asitleri içindeki oransal miktarları, sırasıyla üreme dönemi öncesi yaş gruplarında %37,66, %38,47, %48,35, üreme dönemi yaş gruplarında %38,29, %38,39, %42,23, üreme dönemi sonrası yaş gruplarında ise %39,7, %46,12 ve %49,24 olarak bulundu. PUFA içinde baskın olarak bulunanlar n-3 serisi yağ asitlerinden EPA (C20:5n-3) ve DHA (C22:6 n-3) yağ asitleridir. EPA'nın toplam yağ asitlerindeki oranları sırasıyla üreme dönemi öncesi yaş gruplarında %7,82, %8,57, %7,91, üreme dönemi yaş gruplarında %8,15, %8,21, %7,11, üreme dönemi sonrası yaş gruplarında ise %11,66, %11,30 ve %11,95 olarak belirlendi. DHA'nın ise toplam yağ asitlerindeki oranları sırasıyla üreme dönemi öncesi yaş gruplarında %12,91, %13,60, %21,20, üreme dönemi yaş gruplarında %10,52, %12,01, %14,17, üreme dönemi sonrası yaş gruplarında ise %12,94, %17,09 ve %17,59 olarak bulundu. EPA değerleri üreme dönemi öncesi, üreme dönemi, üreme dönemi sonrası arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0,05$); tüm yaş grupları arasındaki farklılıkların ise istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlendi. DHA değerleri üreme dönemi ve üreme dönemi öncesi arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0,05$); öteki gruplar arasındaki farklılıkların ise istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlendi.



Şekil 3.1. *Salmo trutta macrostigma* gonadlarının toplam n-3 serisi yağ asit düzeyleri



Şekil 3.2. *Salmo trutta macrostigma* gonadlarının toplam n-6 serisi yağ asit düzeyleri

3.5. *Salmo trutta macrostigma*'nın Gonadlarındaki Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitamin Düzeyleri

Araştırmada kullanılan *S. t. macrostigma*'nın gonadlarındaki yağda eriyen vitamin ve kolesterol miktarları Tablo 3.5 'de verildi.

Tablo 3.5. *Salmo trutta macrostigma* gonadlarının avlanma dönemleri ve yaş gruplarına göre yağda eriyen vitamin ve kolesterol düzeyleri (mg/100 g)

Parametreler (mg/100 g)	Üreme dönemi öncesi			Üreme dönemi			Üreme dönemi sonrası		
	I yaş (N=64)	II yaş (N=16)	III yaş (N=4)	I yaş (N=24)	II yaş (N=12)	III yaş (N=4)	I yaş (N=40)	II yaş (N=20)	III yaş (N=4)
Vitamin K ₂	0,28±0,03 ^{Aa}	0,08±0,01 ^{Ab}	0,12±0,00 ^{Aab}	0,44±0,11 ^{Aa}	0,16±0,04 ^{Ba}	- ^{Bb}	0,23±0,04 ^{Aa}	0,05±0,00 ^{Ab}	0,35±0,00 ^{Ca}
Vitamin D ₂	0,52±0,13 ^{Aa}	0,12±0,02 ^{Aa}	0,01±0,00 ^{Aa}	0,10±0,02 ^{Aa}	0,12±0,00 ^{Aa}	- ^{Bb}	0,31±0,05 ^{Aa}	0,11±0,01 ^{Ab}	0,01±0,00 ^{Cab}
Vitamin D ₃	0,14±0,03 ^{Aa}	0,17±0,02 ^{Aa}	0,01±0,00 ^{Aa}	0,10±0,01 ^{Aa}	0,07±0,00 ^{Ba}	- ^{Bb}	0,10±0,01 ^{Aa}	0,01±0,00 ^{Bb}	0,05±0,00 ^{Cab}
α-tokoferol	2,32±0,20 ^{Aa}	2,49±0,38 ^{Aa}	2,46±0,00 ^{Aa}	3,45±0,28 ^{Ba}	1,78±0,13 ^{Ab}	2,30±0,00 ^{Bab}	3,69±0,38 ^{Ba}	2,11±0,39 ^{Ab}	1,92±0,00 ^{Cab}
Vitamin K ₁	0,09±0,01 ^{Aa}	0,08±0,00 ^{Aa}	0,01±0,00 ^{Aa}	0,12±0,01 ^{Aa}	0,09±0,02 ^{Aa}	0,02±0,00 ^{Ba}	0,13±0,02 ^{Aa}	0,32±0,06 ^{Bb}	0,01±0,00 ^{Ca}
Retinol	0,35±0,05 ^{Aa}	0,05±0,00 ^{Ab}	0,04±0,00 ^{Aab}	0,06±0,00 ^{Ba}	0,40±0,00 ^{Bb}	0,02±0,00 ^{Bc}	0,09±0,01 ^{Ba}	0,02±0,00 ^{Cb}	0,01±0,00 ^{Cab}
Kolesterol	96,91±6,83 ^{Aa}	56,13±1,35 ^{Ab}	95,40±0,00 ^{Aab}	90,96±14,79 ^{Aa}	109,48±28,11 ^{Ba}	230,10±0,00 ^{Bb}	186,4±9,34 ^{Ba}	210,5±8,80 ^{Ca}	230,0±0,00 ^{Ca}

Aynı dönem, farklı yaş ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemi küçük harflerle gösterilmiştir (P < 0,05).

Farklı dönem, aynı yaş ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemi büyük harflerle gösterilmiştir (P < 0,05).

- : O gruba ait veri bulunamadığını göstermektedir.

Tablo 3.5' de görüldüğü üzere, vitamin K₂ miktarları sırasıyla üreme dönemi öncesi yaş gruplarında 0,28, 0,08, 0,12 mg/100 g, üreme dönemi yaş gruplarında 0,44, 0,16, 0 mg/100 g, üreme dönemi sonrası yaş gruplarında ise 0,23, 0,05, 0,35 mg/100 g olarak bulundu. Vitamin K₂ değerleri 1. yaş grupları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0,05$); üreme dönemi öncesi, üreme dönemi, üreme dönemi sonrası, 2. yaş grupları, 3. yaş grupları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlendi.

Vitamin D₂ miktarları sırasıyla üreme dönemi öncesi yaş gruplarında 0,52, 0,12, 0,01 mg/100 g, üreme dönemi yaş gruplarında 0,10, 0,12, 0 mg/100 g, üreme dönemi sonrası yaş gruplarında ise 0,31, 0,11, 0,01 mg/100 g olarak bulundu. Vitamin D₂ değerleri üreme dönemi öncesi, üreme dönemi, 1. yaş grupları, 2. yaş grupları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0,05$); üreme dönemi sonrası, 3. yaş grupları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlendi.

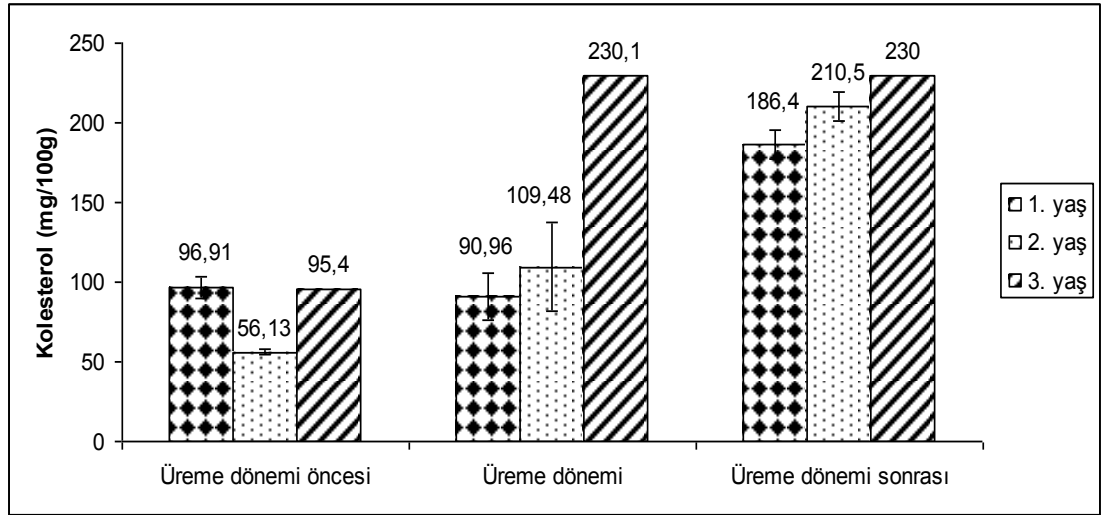
Vitamin D₃ miktarları sırasıyla üreme dönemi öncesi yaş gruplarında 0,14, 0,17, 0,01 mg/100 g, üreme dönemi yaş gruplarında 0,10, 0,07, 0 mg/100 g, üreme dönemi sonrası yaş gruplarında ise 0,10, 0,01, 0,05 mg/100 g olarak bulundu. Vitamin D₃ değerleri üreme dönemi öncesi, üreme dönemi, 1. yaş grupları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0,05$); diğer gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlendi.

α -Tokoferol miktarları sırasıyla üreme dönemi öncesi yaş gruplarında 2,32, 2,49, 2,46 mg/100 g, üreme dönemi yaş gruplarında 3,45, 1,78, 2,30 mg/100 g, üreme dönemi sonrası yaş gruplarında ise 3,69, 2,11, 1,92 mg/100 g olarak bulundu. α -Tokoferol değerleri üreme dönemi öncesi, 2. yaş grupları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0,05$); üreme dönemi, üreme dönemi sonrası, 1. yaş grupları, 3. yaş grupları arasındaki farklılıkların ise istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlendi.

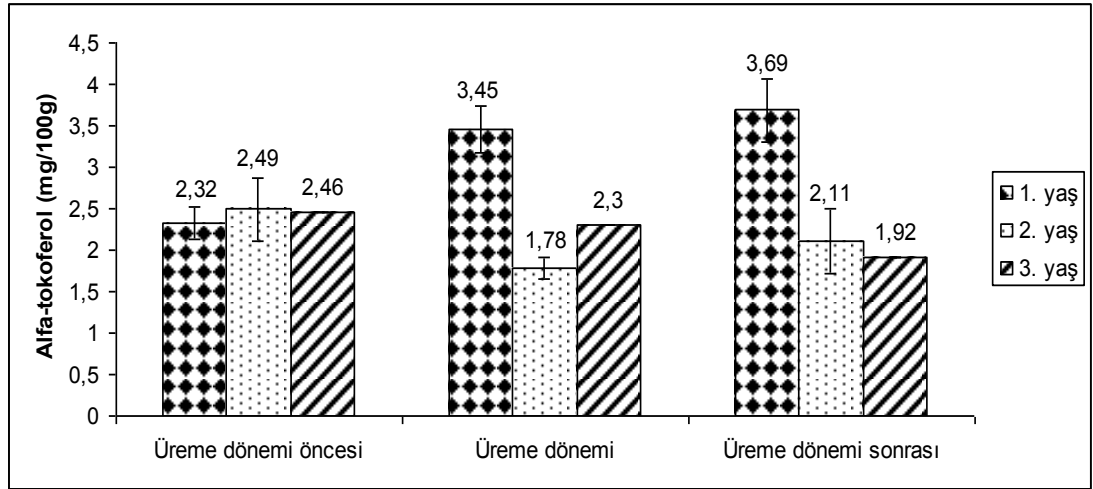
Vitamin K₁ miktarları sırasıyla üreme dönemi öncesi yaş gruplarında 0,09, 0,08, 0,01 mg/100 g, üreme dönemi yaş gruplarında 0,12, 0,09, 0,02 mg/100 g, üreme dönemi sonrası yaş gruplarında ise 0,13, 0,32, 0,01 mg/100 g olarak bulundu. Vitamin K₁ değerleri üreme dönemi öncesi, üreme dönemi, 1. yaş grupları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0,05$); üreme dönemi sonrası, 2. ve 3. yaş grupları arasındaki farklılıkların ise istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlendi.

Retinol miktarları sırasıyla üreme dönemi öncesi yaş gruplarında 0,35, 0,05, 0,04 mg/100 g, üreme dönemi yaş gruplarında 0,06, 0,4, 0,02 mg/100 g, üreme dönemi sonrası yaş gruplarında ise 0,09, 0,02, 0,01 mg/100 g olarak bulundu. Retinol değerleri tüm gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlendi.

Kolesterol miktarları sırasıyla üreme dönemi öncesi yaş gruplarında 96,91, 56,13, 95,40 mg/100 g, üreme dönemi yaş gruplarında 90,96, 109,48, 230,10 mg/100 g, üreme dönemi sonrası yaş gruplarında ise 186,4, 210,5, 230,0 mg/100 g olarak bulundu. Kolesterol değerleri üreme dönemi ve üreme dönemi sonrası arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0,05$); üreme dönemi öncesi, üreme dönemi, tüm yaş grupları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlendi.



Şekil 3.3. *Salmo trutta macrostigma* gonadlarının kolesterol düzeyleri



Şekil 3.4. *Salmo trutta macrostigma* gonadlarının α -tokoferol düzeyleri

3.6. Balıkların Avlandığı Munzur Suyunun Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen ve pH Değerleri

S. t. macrostigma'nın avlandığı Munzur Çayı (Tunceli)'na ait suyun sıcaklık, çözünmüş oksijen ve pH değerleri Tablo 3.6'da gösterilmiştir.

Tablo 3.6. *Salmo trutta macrostigma*'nın avlandığı Munzur Çayı (Tunceli)'na ait suyun sıcaklık, çözünmüş oksijen ve pH değerleri

Parametreler	Aylar					
	Eylül (2010)	Ekim (2010)	Kasım (2010)	Aralık (2010)	Ocak (2011)	Şubat (2011)
Sıcaklık (°C)	10,88±0,02	9,89±0,04	8,48±0,06	7,02±0,16	6,85±0,06	6,76±0,05
pH	8,29±0,02	8,25±0,02	8,23±0,03	8,20±0,02	8,32±0,01	8,38±0,03
Çözünmüş oksijen (mg/L)	9,82±0,01	9,88±0,03	9,98±0,02	10,55±0,02	10,54±0,03	10,50±0,01

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Alabalıkların popülasyon yoğunluğunu çeşitli faktörler etkilemektedir. Bunlar; aşırı av baskısı, alan kazanma faaliyetleri, arazi kullanımları, kentleşme, madencilik, sanayi, turizm, yaylacılık, ormancılık, zirai mücadele, tarım (ilaçlama ve gübreleme), balıkların göç yollarına ve su yatağına yapılan su ve enerji altyapı projeleri (HES inşaatı), özellikle gökkuşağı alabalığı üretim tesisleri, azalan orman varlığı, evsel ve sanayiden kaynaklanan yüzey ve yeraltı sularının kirletilmesi, endüstrileşme, otoyol inşaatları, dere ıslah çalışmaları, geçiş yollarının kapanması, kum-çakıl işletmeciliği, akarsu üzerine yapılan engeller (set ve baraj) yapılması, içme ve sulama amaçlı su alımı gibi birçok faaliyetler olarak sıralanabilir. Bu faktörler bir ekosistemdeki ve/veya doğal kaynak üzerinde bozulmalara neden olmakla birlikte çevredeki diğer sistemleri de doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Bu faktörler göz önüne alındığında yatırımlar ve sektörel planlar (yol, enerji, turizm gibi) hayata geçirilirken özellikle çevresel önlemlerin alınması ve sürdürülebilirliğin sağlanması gereklidir. Bunun yanında Munzur Çayı (Tunceli)'ndaki *S. t. macrostigma*'nın devamlılığını sağlamaya yönelik gerekli tedbirlerin alınması, su rezervlerinin korunması ve yaşam alanlarının etkilenmesi en aza indirildiğinde tür varlığını sürdürebilecek, aksi durumda ise dramatik bir şekilde yok olacaktır (Kocabaş vd., 2012).

S. t. macrostigma ülkemizin belli bölgelerinde, düşük stok yoğunluğunda bulunan, ekonomik değeri en yüksek türlerden olan ve yöre halkı tarafından çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan bir alabalık türüdür. *S. t. macrostigma*'nın hem besin içeriği ve et veriminin yüksek olması, hem de yöre halkı tarafından çok tercih edilen bir tür olması bakımından koruma altına alınması gerekmektedir.

Çalışmada kullanılan 2. ve 3. yaş grubundaki balıkların gonadlarındaki MUFA ve PUFA düzeylerinin üreme döneminde azaldığı, sonrasında ise arttığı; 1. yaş grubundaki balıklarda ise artışın devam ettiği görüldü. Yağda eriyen vitaminlerin ise 2. ve 3. yaş grubu balıklarda üreme dönemi sonrasında azaldığı; 1. yaş grubundaki balıklarda ise değişkenlik gösterdiği belirlendi. Sonuç olarak, *S. t. macrostigma*'nın gonadlarındaki yağ asitleri, kolesterol ve yağda eriyen vitamin miktarları çoğu balık türlerine göre yüksek bulunmuştur. Bu türe ait konuyla ilgili mevcut verilerin daha kapsamlı hâle getirilmesi, bu alt türün kültür şartlarında üretimi, yüksek kalitede ve sayıda yumurta ve larva elde edilmesi açısından önem taşımaktadır.

4.1. *Salmo trutta macrostigma*'nın Etindeki Ham Besin Madde Düzeyleri

Araştırma gruplarındaki balıkların ham protein oranı %17,07-17,88; ham yağ oranı %2,67-3,56; ham kül oranı %0,99-1,28; nem oranı %76,98-77,87 ve azotsuz öz madde oranı %0,82-1,25 arasında olup, bu oranlar arasındaki farklılıklar dönemlere göre istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0,05$) bulundu.

Duman vd. (2011) *S. t. macrostigma* üzerine yaptıkları çalışmada; %76,87 nem, %18,45 ham protein, %2,65 ham yağ, %1,15 ham kül ve %0,98 azotsuz öz madde olarak belirlenmiştir. Mevcut çalışmada ise, protein oranı Duman vd. (2011)'in bulduğu değerlerden düşük, yağ ve nem oranları yüksek olup, kül ve azotsuz öz madde oranlarıyla ise paralellik göstermektedir. Bilgin vd. (2007), *S. t. macrostigma*'da %78,90 nem, %16,22 protein, %2,55 yağ ve %1,23 kül tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada ise; protein ve yağ oranları Bilgin vd. (2007)'in bulduğu değerlerden yüksek, nem oranı ise düşük olup, kül oranıyla paralellik göstermektedir.

Duman ve Şen (2003) gökkuşağı alabalığıyla ilgili çalışmasında; %76,76 nem, %18,55 protein, %3,28 yağ ve %1,41 kül olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada, nem oranı Duman ve Şen (2003)'in bildirdiği değerlerden yüksek, protein ve kül oranları düşük, yağ oranıyla ise paralellik göstermektedir. Köprücü (2000) gökkuşağı alabalığında; %18,33 protein, %3,31 yağ, %1,17 kül, %76,23 nem ve %0,95 azotsuz öz madde olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada protein oranı Köprücü (2000)'in bulgularından düşük, nem oranı yüksek ve diğer parametrelerle paralellik göstermektedir. Karaton ve İnanlı (2011) tatlı su kefaliyle ilgili araştırmasında; %18,01-18,08 protein, %13,97-14,31 yağ, %1,11-1,12 kül, %65,20-65,54 nem olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada protein ve yağ oranları Karaton ve İnanlı (2011)'nin değerlerinden düşük, nem oranı yüksek ve kül oranıyla ise paralellik göstermektedir. Kandemir (2008) kadife balığıyla ilgili çalışmasında; %16,74-16,86 protein, %0,96-1,04 kül, %80,70-81,26 nem, %0,69-1,22 yağ olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada protein, yağ ve kül oranı Kandemir (2008)'in verilerinden yüksek, nem oranı ise düşüktür.

Bu durum tür, yaş, büyüklük, yaşadığı ortam, beslenme koşulları ve mevsim farklılıklarından kaynaklanabilir.

4.2. Kondisyon Faktörü ve Gonadosomatik İndeks

Araştırma gruplarındaki balıklardan elde edilen kondisyon faktörü değerleri %0,90-1,44 arasında bulundu. *S. t. macrostigma* üzerine yapılan diğer çalışmalarda kondisyon faktörü değerini; Kocaman vd. (2004) %0,93-1,08, Aras vd. (1986) %1,08, Çetinkaya (1996) %1,17 ve Nakipoğlu (1992) %1,17 olarak belirlemişlerdir. Kocaman vd. (2004) yaş artışı ile birlikte kondisyonun arttığını bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki balıklardan elde edilen kondisyon faktörü değerleri Kocaman vd. (2004), Aras vd. (1986), Çetinkaya (1996) ve Nakipoğlu (1992)'nin bulduğu değerler ile paralellik göstermektedir. *Salmo trutta labrax* ile ilgili araştırmalarda ise kondisyon faktörü değerini; Yıldırım (1991) %1,13 ve Tabak vd. (2002) ise %0,89 olarak ifade etmişlerdir. Bu çalışmadaki kondisyon faktörü değerleri Tabak vd. (2002)'nin değerlerinden yüksek, Yıldırım (1991)'in değerleri ile paralellik göstermektedir. Bu farklılık yaş, tür, cinsiyet, mevsim, beslenme şekillerinden kaynaklanabilir.

Bu çalışmada elde edilen gonadosomatik indeks değerleri %0,14-4,71 arasında bulundu. *S. t. macrostigma* üzerine yapılan diğer çalışmalarda gonadosomatik indeks değerini; Kocabaş vd. (2011) %0,33-7,81 ve Alp vd. (2003) %0,04-16,43 olarak tespit etmişlerdir. Kaya ve Erdem (2009) *Salmo trutta forma fario*'nun gonadosomatik indeks değerini %0,29-7,13 arasında belirlemişlerdir. Çalışmamızdaki balıklardan elde edilen gonadosomatik indeks değerleri Kocabaş vd. (2011), Alp vd. (2003) ve Kaya ve Erdem (2009)'in bulduğu değerlerden düşüktür. Bu durum yaş, tür, ortam koşulları, cinsiyet ve mevsim farklılıklarından kaynaklanabilir.

4.3. *Salmo trutta macrostigma*'nın Gonadlarındaki Yağ Asit Düzeyleri

Bu çalışmada, araştırma gruplarındaki balıklardan elde edilen gonadların toplam n-3 ($\Sigma n-3$) serisi yağ asidi oranları %28,84-38,88 ve toplam n-6 ($\Sigma n-6$) serisi yağ asidi oranları %6,65-12,61 arasında bulundu. Bu gonadlara ait toplam n-3 serisi yağ asitlerinin, toplam n-6 serisi yağ asitlerine oranının ($\Sigma n-3/\Sigma n-6$) ise 2,34-4,96 arasında olduğu tespit edildi. Aras vd. (2003) *S. t. macrostigma*'nın farklı dokularındaki yağ asidi kompozisyonları üzerine yaptıkları bir araştırmada; gonadlara ait $\Sigma n-3$ serisi yağ asitlerini %36,58, $\Sigma n-6$ serisi yağ asitlerini %8,07 ve $\Sigma n-3/\Sigma n-6$ oranını ise 4,65 olarak bulmuşlardır. Mevcut çalışmadaki bulgular ile Aras vd. (2003)'nin $\Sigma n-3$, $\Sigma n-6$ ve $\Sigma n-3/\Sigma n-6$ yağ asitleri bulguları

paralellik göstermektedir. Akpınar vd. (2009) *S. t. macrostigma*'nın karaciğer ve kas yağ asitleri çalışmasında; Σ n-3 serisi yağ asitlerinin karaciğerde %24,5-31,1, kas dokusunda %22,9-25,4; Σ n-6 serisi yağ asitlerinin ise karaciğerde %10,9-12,4, kas dokusunda %9,78-10,1 oranları arasında bulunduğunu ifade etmişlerdir.

n-3 serisi yağ asitlerinden EPA (C20:5n-3) yağ asidi oranı %7,11-11,95 ve DHA (C22:6 n-3) yağ asidi oranı %10,52-21,20 arasında bulundu. Aras vd. (2003) *S. t. macrostigma* ile ilgili çalışmasında, gonadlara ait EPA (C20:5n-3) oranını %14,81 ve DHA (C22:6 n-3) oranını %16,82 olarak bildirmişlerdir. Akpınar vd. (2009) *S. t. macrostigma*'nın karaciğer ve kas yağ asitleri çalışmasında; EPA (C20:5n-3) oranını karaciğerde %6,34-7,16, kas dokusunda %6,45-7,88; DHA (C22:6 n-3) oranını ise karaciğerde %12,7-15,6, kas dokusunda %7,38-8,42 oranları arasında bulunduğunu ifade etmişlerdir. Kara vd. (2005) *Acanthobrama marmid*'in gonad yağ asitleri araştırmasında; EPA oranını %3,99-7,05; DHA oranını %1,87-6,12 arasında bulmuşlardır. Kara (2001) *Chondrostoma regium*'un kas yağ asitleri çalışmasında; EPA oranının %1,41-4,49; DHA oranının %0,62-4,89 arasında olduğunu ifade etmiştir. Mevcut çalışmada ise, gonadlardaki EPA (C20:5n-3) oranı Aras vd. (2003)'nin bildirdiği değerlerden düşük olup, DHA (C22:6 n-3) oranı ile paralellik göstermektedir. EPA ve DHA değerleri Kara vd. (2005)'nin bulgularından ise yüksektir.

Alfa-Linolenik asit (C18:3 n-3) oranı %2,84-6,58 olarak tespit edildi. Akpınar vd. (2009) alfa-Linolenik asit oranının *S. t. macrostigma*'nın karaciğerinde %1,15-2,80, kas dokusunda ise %5,52-5,71 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Kara vd. (2005) alfa-Linolenik asit oranını *Acanthobrama marmid*'in gonad dokusunda %2,13-2,92 aralığında bulmuşlardır. Kara (2001) Alfa-Linolenik asit oranının *Chondrostoma regium*'un kas dokusunda %1,83-2,66 arasında olduğunu bildirmiştir. Alfa-Linolenik asit oranı Kara vd. (2005)'nin bulgularından yüksektir.

Araşidonik asit (C20:4 n-6) oranı %2,66-7,34 arasında bulundu. Aras vd. (2003) *S. t. macrostigma* gonad dokusundaki araşidonik asit miktarını %5,42 olarak ifade etmişlerdir. Akpınar vd. (2009) araşidonik asit miktarını *S. t. macrostigma*'nın karaciğerinde %5,65-6,21, kas dokusunda ise %2,34-3 aralığında bulmuşlardır. Kara vd. (2005) araşidonik asit oranının *Acanthobrama marmid*'in gonad dokusunda %1,33-1,65 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Kara (2001) Araşidonik asit oranının *Chondrostoma regium*'un kas dokusunda %1,01-2,14 arasında olduğunu bildirmiştir. Araşidonik asit miktarı Aras vd. (2003)'nin bulgusu ile paralellik gösterip, Kara vd. (2005)'nin bulgularından ise yüksektir.

Dokosapentaenoik asit (C22:5 n-3) oranı %2,33-4,78 olarak tespit edildi. Aras vd. (2003) *S. t. macrostigma* gonad dokusundaki dokosapentaenoik asit miktarını %6,16 olarak ifade etmişlerdir. Akpınar vd. (2009) dokosapentaenoik asit miktarını *S. t. macrostigma*'nın karaciğerinde %4,27-4,61, kas dokusunda ise %3,40-3,53 arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Kara vd. (2005) dokosapentaenoik asit oranını *Acanthobrama marmid*'in gonad dokusunda %0,91-4,81 aralığında bulmuşlardır. Dokosapentaenoik asit oranı Aras vd. (2003)'nin bulgusundan düşük, Kara vd. (2005)'nin bildirdiği değerlerden yüksektir.

Palmitoleik asit (C16:1 n-9) oranı %4,20-10,21 arasında bulundu. Aras vd. (2003) *S. t. macrostigma* gonad dokusundaki palmitoleik asit miktarını %6,87 olarak ifade etmişlerdir. Akpınar vd. (2009) dokosapentaenoik asit miktarını *S. t. macrostigma*'nın karaciğerinde %2,62-3,44, kas dokusunda ise %6,50-7,31 aralığında bulmuşlardır. Palmitoleik asit oranı Aras vd. (2003)'nin değerleri ile paralellik göstermektedir.

Oleik asit (C18:1 n-9) oranı %5,01-8,74 olarak tespit edildi. Aras vd. (2003) *S. t. macrostigma* gonad dokusundaki oleik asit miktarını %15,72 olarak ifade etmişlerdir. Akpınar vd. (2009) oleik asit miktarını *S. t. macrostigma*'nın karaciğerinde %15,6-17,6, kas dokusunda ise %22,1-22,4 aralığında bulmuşlardır. Kara vd. (2005) oleik asit oranını *Acanthobrama marmid*'in gonad dokusunda %0,72-31,86 aralığında bulmuşlardır. Kara (2001) oleik asit oranının *Chondrostoma regium*'un kas dokusunda %10,14-19,63 arasında olduğunu bildirmiştir. Oleik asit oranı Aras vd. (2003) ve Kara vd. (2005)'nin bildirdiği değerlerden düşüktür.

Palmitik asit (C16:0) oranı %18,41-21,99 arasında bulundu. Aras vd. (2003) *S. t. macrostigma* gonad dokusundaki palmitik asit miktarını %21,13 olarak ifade etmişlerdir. Akpınar vd. (2009) palmitik asit miktarını *S. t. macrostigma*'nın karaciğerinde %19,0-19,1, kas dokusunda ise %21,2-21,6 arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Kara vd. (2005) palmitik asit oranını *Acanthobrama marmid*'in gonad dokusunda %29,27-32,80 aralığında bulmuşlardır. Kara (2001) palmitik asit oranının *Chondrostoma regium*'un kas dokusunda %14,08-26,22 arasında olduğunu bildirmiştir. Palmitik asit oranı Aras vd. (2003)'nin bulgularıyla paralellik gösterip, Kara vd. (2005)'nin bildirdiği değerlerden düşüktür.

Stearik asit (C18:0) oranı %13,59-28,56 olarak tespit edildi. Aras vd. (2003) *S. t. macrostigma* gonad dokusundaki stearik asit miktarını %7,81 olarak ifade etmişlerdir. Akpınar vd. (2009) stearik asit miktarını *S. t. macrostigma*'nın karaciğerinde %7,87-11,3,

kas dokusunda ise %5,32-5,64 aralığında bulmuşlardır. Kara vd. (2005) stearik asit oranını *Acanthobrama marmid*'in gonad dokusunda %0,72-5,39 aralığında bulmuşlardır. Kara (2001) stearik asit oranının *Chondrostoma regium*'un kas dokusunda %0,50-2,63 arasında olduğunu bildirmiştir. Stearik asit oranı Aras vd. (2003) ve Kara vd. (2005)'nin bildirdiği değerlerden yüksektir.

Bu çalışmada *S. t. macrostigma* gonadlarında tespit edilen yağ asidi miktarları ile diğer araştırmacıların bildirmiş oldukları mevcut değerler arasındaki farklılıkların nedeni; balıkların türüne, yaşına, cinsiyetine, vücut büyüklüğüne, farklı doku ve organlarda bulunmasına, mevsimsel değişimlere, su sıcaklığındaki farklılıklara, beslenmesine, yaşadığı ortam koşullarına bağlanabilir.

4.4. *Salmo trutta macrostigma*'nın Gonadlarındaki Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitamin Düzeyleri

Yaptığımız çalışmada, kolesterol içeriği 56,13-230,1 mg/100 g olarak bulundu. Osman vd. (2001), bazı deniz balıklarının yağ asidi ve kolesterol içeriği üzerine yaptıkları araştırmada; kolesterol içeriğini 37,1-49,1 mg/100 g olarak belirtmişlerdir. Kandemir (2010) *Esox lucius*'un kolesterol ve vitamin içeriğiyle ilgili çalışmasında, gonadlardaki kolesterol miktarını 47,21 mg/100 g olarak bulmuştur. Kolesterol miktarını Uysal vd. (2008) bazı tatlı su türleri için 103,4-150,1 mg/100 g, Çelik vd. (2008) *Oncorhynchus mykiss* için 35,04 mg/100 g, Imre ve Sağlık (1998) tuzlu su balıkları için 40,3-75,3 mg/100 g olarak tespit etmişlerdir. Kolesterol miktarı Uysal vd. (2008)'in bulgularıyla paralellik göstermekte; Osman vd. (2001), Kandemir (2010), Çelik vd. (2008) ile Imre ve Sağlık (1998)'in bulgularından ise yüksek olduğu görülmektedir. Osman vd. (2001), balıkta kolesterol miktarının pek çok faktör tarafından etkilendiğini ve bu faktörlerden birinin de PUFA miktarı olup, kolesterol miktarıyla ters orantılı olarak değiştiğini bildirmiştir..

Çalışmamızda, vitamin A (retinol) 0,01-0,40 mg/100 g, vitamin K (K_1+K_2) 0,02-0,56 mg/100 g, vitamin E (α -Tokoferol) 1,78-3,69 mg/100 g, vitamin D (D_2+D_3) 0,02-0,66 mg/100 g olarak belirlendi.

Köprücü ve Özdemir (2002), kültür ortamındaki *Oncorhynchus mykiss*'in kas dokusunda 1,22 mg/100 g vitamin A₂, 0,87 mg/100 g vitamin E bulmuşlardır.

Şimşek vd. (2009), deniz balıklarından olan *Mullus barbatus*'un kas dokusunda 1,46 mg/100g vitamin A, 0,08 mg/100 g vitamin E; *Upeneus moluccensis*'in kas dokusunda ise 1,20 mg/100g vitamin A, 0,08 mg/100 g vitamin E olduğunu bildirmişlerdir.

Harlioğlu ve Yılmaz (2011), *Mastacembelus simack*'ın kas dokusunda 0,05 mg/100g vitamin A, 0,21 mg/100g vitamin D, 0,18 mg/100g vitamin E ve 0,15 mg/100g vitamin K olduğunu ifade etmişlerdir.

Kandemir (2010), *Esox lucius*'un kolesterol ve vitamin içeriğiyle ilgili çalışmasında, gonadlarda 1,55 mg/100g vitamin K₁, 3,17 mg/100g vitamin K₂, 1,91 mg/100g vitamin D₂, 2,30 mg/100g vitamin D₃ ve 21,2 mg/100g vitamin E olduğunu belirtmiştir. Kandemir (2010)'un bulguları mevcut bulgulara göre daha yüksektir.

Bu çalışmada, *S. t. macrostigma* gonadlarında tespit edilen A, D, E ve K vitamin miktarları ile yukarıda ifade edilen araştırmalardaki mevcut bulgular arasındaki farklılıkların nedeni; yaşama ortamına, beslenme koşullarına, türe, yağlılık durumuna, su şartlarının farklı olmasına ve mevsimsel ve biyolojik farklılıklara bağlanabilir.

4.5. Balıkların Avlandığı Munzur Suyunun Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen ve pH Değerleri

Çalışmamızdaki su sıcaklık değerleri 6,76-10,88 °C; çözünmüş oksijen değerleri 9,82-10,55 mg/L; pH değerleri ise 8,20-8,38 aralığında bulunmuştur. Tunceli Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü'nden alınan verilere göre su sıcaklık değerlerinin 6,9-10,9 °C; çözünmüş oksijen değerlerinin 9,81-10,57 mg/L; pH değerlerinin ise 8,2-8,4 aralığında olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızdaki verilerin Tunceli Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü'nden alınan verilerle paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Aby-ayad, S.-M.E.-A., Melard, C., Kestemont, P.,** 1997. Effects of fatty acids in Eurasian perch broodstock diet on egg fatty acid composition and larvae stress resistance. *Aquacult. Int.*, **5**, 161-168.
- Akpinar, M.A., Görgün, S., and Akpinar, A.E.,** 2009. A comparative analysis of the fatty acid profiles in the liver and muscles of male and female *Salmo trutta macrostigma*. *Food Chemistry*, **112**: 6–8.
- Almansa, E., Perez, M.J., Cejas, J.R., Badia, P., Villamandos, J.E., Lorenzo, A.,** 1999. Influence of broodstock gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) dietary fatty acids on egg quality and egg fatty acid composition throughout the spawning season. *Aquaculture*, **170**, 323-336.
- Alp, A., Kara, C., Büyükçapar, H. M.** 2003. Reproductive biology of brown trout, *Salmo trutta macrostigma* Dumeril 1858, in a tributary of the Ceyhan River which flows into the eastern Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*. **19**: 346-351.
- Anderson, A.J., Arthington, A.H.,** 1989. Effect of Dietary Lipid on The Fatty Acid Composition of Silver Perch (*Leiopotherapon bidyanus*) Lipids. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: *Biochemistry and Molecular Biology*, **93 (3)** 715-720.
- Ando, Y., Kotake, M., Ota, T.,** 1997. Lipids and fatty acids in *Artemia nauplii* enriched with fish oil triacylglycerols containing docosaheptaenoic acid in different positional distribution patterns. *Fisheries Sci.*, **63**, 605-609.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists),** 1995. Official Methods of Analysis. 16 th Edn., AOAC, Arlington, V.A.
- Aras, S., Karaca, O., Yanar, M.,** 1986. Aras Nehri'nin kaynak kollarından Madrek Deresi'nde yaşayan alabalıkların (*Salmo trutta* L.) biyoeekolojileri üzerine araştırmalar. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* **1**: 69-77.
- Aras, N.M., Haliloğlu, H.İ., Bayır, A., Atamanalp, M., ve Sirkecioğlu A.N.,** 2003. Karasu Havzası Yeşildere Çayı Olgun Dere Alabalıkları (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril,1858)'nda Farklı Dokuların Yağ Asidi Kompozisyonlarının Karşılaştırılması. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* **27**, 887-892.

- Asturiano, J.F.**, 1999. El proceso reproductivo de la lubina europea (*Dicentrarchus labrax* L.) Efectos de los acidos grasos de la dieta: estudios in vivo e in vitro. PhD Thesis, Valencia University, Spain, 251 pp. (Only abstract).
- Atamanalp, M.**, 2000. Bir Sentetik Piretroit İnsektisitini (Cypermethrin) Subletal Dozlarının Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’na Makroskopik, Histopatolojik, Hematolojik ve Biyokimyasal Etkileri, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Aydın, S., Gültepe, N., Yıldız, H.**, 2000. Natural and Experimental Infections of *Campylobacter cryaerophila* in Rainbow Trout: Gross Pathology, Bacteriology, Clinical Pathology and Chemotheraphy, *Fish Pathology*, **35 (3)**, 117-123.
- Bell, M.V., Henderson, R.J., Pirie, B.J.S., Sargent, J.R.**, 1985. Effect of dietary polyunsaturated fatty acid deficiencies on mortality, growth and gill structure in the turbot, *Scophthalmus maximus*. *Journal of Fish Biology*, **26**, 181–191.
- Bell, J.G., Castell, J.D., Tocher, D.R., McDonald, F.M., Sargent, J.R.**, 1995. Effects of different dietary arachidonic acid: docosahexaenoic acid ratios on phospholipid fatty acid compositions and prostaglandin production in juvenile turbot, *Scophthalmus maximus*. *Fish. Physiol. Biochem.*, **14**, 139-151.
- Bell, M.V., McEvoy, L.A., Navarro, J.C.**, 1996a. Deficit of didocosahexaenoyl phospholipid in the eyes of larval sea bass fed an essential fatty acid deficient diet. *Journal of Fish Biology*, **49**, 941-952.
- Bell, M.V., Dick, J.R., Thrush, M., Navarro, J.C.**, 1996b. Decreased 20:4n-6/20:5n-3 ratio in sperm from cultured sea bass, *Dicentrarchus labrax*, broodstock compared to wild fish. *Aquaculture*, **144**, 189-199.
- Bell, M.V., Dick, J.R., Buda, C.S.**, 1997. Molecular speciation of fish sperm phospholipids: large amounts of dipolyunsaturated phosphatidylserine. *Lipids*, **32**, 1085-1091.
- Bessonart, M., Izquierdo, M.S., Salhi, M., Hernández-Cruz, C.M., Gonzalez, M.M., Fernandez-Palacios, H.**, 1999. Effect of dietary arachidonic acid levels on growth and survival of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) larvae. *Aquaculture*, **179**, 265-275.
- Bilgin, Ş., Ertan, Ö.O., Günlü, A.**, 2007. Farklı tuzlama tekniklerinin *Salmo trutta macrostigma* Dumeril, 1858’nin kimyasal bileşimine etkisi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **24**, 3-4, 225-232.

- Blom, J.H., Dabrowski, K.,** 1995. Reproductive success of female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in response to graded dietary ascorbyl monophosphate levels. *Biol. Reprod.*, **52**, 1073-1080.
- Bromage, N., Jones, J., Randall, C., Thrush, M., Davies, B., Springate, J., Duston, J. and Barker, G.,** 1992. Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, **100**, 141-166.
- Bromage, R.N. and Roberts, J.R.,** 1995. Broodstock Management and Egg Larval Quality. Blackwell Science Ltd., Cambridge, 424 p.
- Bruce, M., Oyen, F., Bell, G., Asturiano, J.F., Farndale, B., Carrillo, M., Zanuy, S., Ramos, J., Bromage, N.,** 1999. Development of broodstock diets for the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) with special emphasis on the importance of n-3 and n-6 highly unsaturated fatty acid to reproductive performance. *Aquaculture*, **177**, 85-97.
- Campbell, P.M., Pottinger, T.G. and Sumpter, J.P.,** 1992. Stress reduces the quality of gametes produced by rainbow trout. *Biology of Reproduction*, **47**, 1140-50.
- Canfield, P.J., Quartararo, N., Griffin, D.L., Tsoukalas, G.N., Cocaro, S.E.,** 1994. Haematological and Biochemical Reference Values for Captive Australian snapper, *Pagrus auratus*, *Journal of Fish Biology*, **44**: 849-856.
- Chen, C.Y., Wooster, G.A., Getchell, R.G., Bowser, P.R., Timmons, M.B.,** 2002. Blood Chemistry of Healthy, Nephrocalcinosis-Affected and Ozone-Treated Tilapia in A Recirculation System, with Application of Discriminant Analysis, *Aquaculture*, **218**, 89-102.
- Chou, B.S., Shiau, S.Y.,** 1999. Both n-6 and n-3 fatty acids are required for maximal growth of juvenile hybrid tilapia. *North Am. J. Aquacult.*, **61**, 13-20.
- Christie, W.W.,** 1992. Gas Chromatography and Lipids. The Oil Press, Glaskow, 302 p.
- Chu, F.L.E., Ozkizilcik, S.,** 1995. Lipid and fatty acid composition of striped bass (*Morone saxatilis*) larvae during development. *Comp. Biochem. Physiol.*, **111B**, 665-674.
- Chugunova, N.I.,** 1963. Age and Growth Studies in Fish. Israel Program Sci. Trans., No: 60, Nat. Sci. Fond., Washington D.C.

- Czesny, S., Dabrowski, K.,** 1998. The effect of egg fatty acid concentrations on embryo viability in wild and domesticated walleye (*Stizostedion vitreum*). *Aquatic Living Resources*, **11**, 371-378.
- Çakıcı, H.,** 1999. Farklı İşletmelerde Yetiştirilen Gökkuşığı Alabalığının (*Onchorhynchus mykiss* Walbaum) Kan Özelliklerinin Karşılaştırılmalı Olarak Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Çelik, E.Ş.,** 2004. Çanakkale Boğazı'nda Bulunan İskorpit (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758) Balığının Hematolojik ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Üremenin ve Mevsimlerin Etkisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s.171.
- Çelik, M.,** 2008. Seasonal changes in the proximate chemical composition and fatty acids of chub mackerel (*Scomber japonicus*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the northeastern Mediterranean Sea. *Int. J. Food Sci. Tech.* **43**, 933–938.
- Çelikkale, M.S.,** 2002. İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği Kitabı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Yayın No: 124, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası Trabzon, 419s.
- Çetinkaya, O.,** 1996. Çatak Çayı (Dicle Nehri) dağ alabalıklarının (*Salmo trutta macrostigma* Dumeril, 1858) bazı biyolojik özelliklerinin incelenmesi. *İstanbul Univ. Su ürün. Derg.*, **9-13**: 111-122.
- Devauchelle, N., Coves, D.,** 1988. The Characteristic sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) eggs: Description, biochemical composition and hatching performances. *Aquat. Living Resour.*, **1**, 223-230.
- Duman, M., Şen, D.,** 2003. Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, W.)'nin Kimyasal bileşimi ve et verimindeki değişimlerin mevsimsel olarak incelenmesi. *F.Ü ve Müh. Bilimleri Dergisi* **15 (4)**, 635-644.
- Duman, M., Dartay, M., Yüksel, F.,** 2011. Munzur Çayı (Tunceli) Dağ Alabalıkları *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin Et Verimi ve Kimyasal Kompozisyonu. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **23(1)**: 41-45.
- Duray, M., Kohno, H., Pascual, F.,** 1994. The effect of lipid enriched broodstock diets on spawning and on egg and larval quality of hatchery-bred rabbitfish (*Siganus guttatus*). *Philipp. Sci.*, **31**, 42-57.
- Erdoğan, O., Haliloğlu, H.İ., Çiltaş, A.,** 2002. Annual Cycle of Serum Gonadal Steroids and Serum Lipids in *Capoeta capoeta umbla*, GÜldenstaedt, 1772 (Pisces: Cyprinidae), *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, **26**, 1093-1096.

- Ersoy, E., Bayşu, N.,** 1986. Biyokimya Ders Kitabı, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Yayın No: 408, Ankara Üniversitesi Basımevi Ankara, 989s.
- Estevez, A., Kanazawa, A.,** 1996. Fatty acid composition of neural tissues of normally pigmented and unpigmented juveniles of Japanese ounder using Rotifer and Artemia enriched in n-3 HUFA. *Fisheries Science*, **62**, 88-93.
- Estevez, A., Ishikawa, M., Kanazawa, A.,** 1997. Effects of arachidonic acid on pigmentation and fatty acid composition of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck and Schlegel). *Aquacult. Res.*, **28 (4)**, 279-289.
- Estevez, A., McEvoy, L.A., Bell, J.G., Sargent, J.R.,** 1999. Growth, survival, lipid composition and pigmentation of turbot (*Scophthalmus maximus*) larvae fed live-prey enriched in Arachidonic and Eicosapentaenoic acids. *Aquaculture*, **180 (3-4)**, 321-343.
- Evans, R.P., Parrish, C.C., Brown, J.A., Davis, P.J.,** 1996. Biochemical composition of eggs from repeat and first-time spawning captive Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture* **139**, 139-149.
- Everall, N.C., Mitchell, D.B., Groman, D.B., Johnston, J.A.A.,** 1991. Tracing of Haematotoxic Agents in Water with the Aid of Captive Fish: A Study with Captive Adult Atlantic Salmon *Salmo salar* in the River Don, Aberdeenshire, Scotland, *Diseases of Aquatic Organisms*, Vol. **10**: 75-85.
- Everall, N.C., Mitchell, C.G., Robson, J.N.,** 1992. Effluent causes of the 'pigmented salmon syndrome' in wild adult Atlantic salmon *Salmo salar* from the River Don in Aberdeenshire, *Diseases of Aquatic Organisms*, Vol. **12**: 199-205.
- Farkas, T., Csengeri, I.,** 1976. Biosynthesis of fatty acids by the carp, *Cyprinus carpio* L., in relation to environmental temperature. *Lipids*, **11, 5**, 401-407, 1976.
- Fernandez-Palacios, H., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Valencia, A., Salhi, M., Vergara, J.,** 1995. Effect of n-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture*, **132**, 325-337.
- Fernandez-Palacios, H., Izquierdo, M.S., Gonzalez, M., Robaina, L., Valencia, A.,** 1998. Combined effect of dietary α -tocopherol and n-3 HUFA on egg quality of gilthead seabream broodstock (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, **161**, 475-476.
- Folmar, L.C., Moody, T., Bonomelli, S., Gibson, J.,** 1992. Annual Cycle of Blood Chemistry Parameters in Striped mullet (*Mugil cephalus* L.) and Pinfish (*Lagodon rhomboides* L.) From the Gulf of Mexico, *Journal of Fish Biology*, **41**:999-1011.

- Fraser, A.J., Gamble, J.C., Sargent, J.R.,** 1988. Changes in lipid content, lipid class composition, and fatty acid composition of developing eggs and unfed larvae of cod (*Gadus morhua*). *Mar. Biol.*, **99**, 307–313.
- Frigg, M., Prabucki, A.L., Rhudel, E.U.,** 1990. Effect of dietary vitamin E levels on oxidative stability of trout fillets. *Aquaculture*, **84**: 145-158.
- Garcia-Garrido, L., Chapuli, R.M., Andres, A.V.D.,** 1990. Serum Cholesterol and Triglyceride Levels in *Scyliorhinus canicula* (L.) During Sexual Maturation, *Journal of Fish Biology*, **36**, 499-509.
- Gatta, P.P., Pirini, M., Testi, S., Vignola, G., Monetti, P.G.,** 2000. The influence of different levels of dietary vitamin E on sea bass *Dicentrarchus labrax* flesh quality. *Aquaculture Nutrition*, **6**: 47-52.
- Gouillou-Coustans, M.F., Bergot, P., Kaushik, S.J.,** 1998. Dietary ascorbic acid needs of common carp (*Cyprinus carpio*) larvae. *Aquaculture*, **161**: 453-461.
- Halver, J.E.,** 1972. Fish Nutrition. Academic Press Inc., New York.
- Halver, J.E.,** 1989. The vitamins. In: Halver, J.E. (Ed.), Fish Nutrition. Academic Press, San Diego, USA, pp. 32-111.
- Halver, J.E., Hardy, R.W.,** 2002. Fish Nutrition. Third Edit., Academic Press, New York, 824 p.
- Hara, A.R., Radin, N.S.,** 1978. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. *Analytical Biochemistry*, **90** (1), 420-426.
- Hardy, R.,** 1985. Salmonid Broodstock Nutrition. pp. 98-108. In: Iwamoto, R., Sower, S. (Eds.), *Salmonid Reproduction*, Washington Sea Grant Programme, University of Washington, Seattle.
- Harhoğlu, M. M., Köprücü, K., Özdemir Y.,** 2002. The Effect of Dietary Vitamin E on the Pleopodal Egg Number of *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823), *Aquaculture International*, **10** (5), 391-397.
- Harhoğlu, A.G., Yılmaz, Ö.,** 2011. Fatty acid composition, cholesterol and fat-soluble vitamins of wild-caught freshwater spiny eel, *Mastacembelus simack* (Walbaum, 1792). *J. appl. Ichthyol.*, **27**: 1123-1127.

- Harlioğlu, M.M., Köprücü, K., Harlioğlu, A.G., Mişe Yonar, S., Çakmak Duran, T., Çakmak, M.N., Aksu Ö., Özcan, S., Kutluyer, F. and Gündoğdu, H., 2013.** Effect of dietary n-3 series fatty acids on sperm production in the freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz) (Atacidae). *Aquaculture International*, 21, 273-282. doi: 10.1007/s10499-012-9549-x.
- Harlioğlu, M.M., Cakmak, M.N., Köprücü, K., Aksu, Ö., Harlioğlu, A.G., Mişe Yonar, S., Çakmak Duran, T., Özcan, S. and Gündoğdu, H., 2012a.** The effect of dietary n-3 series fatty acids on the number of pleopadal egg and stage 1 juvenile in freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz. *Aquaculture Research*, doi:10.1111/j.1365-2109.2012.03090.x, 1–9.
- Harlioğlu, M.M., Köprücü, K., Harlioğlu, A.G., Yılmaz, Ö., Aydın, S., Mişe Yonar, S., Çakmak Duran, T. and Özcan, S., 2012b.** The effects of dietary n-3 series fatty acid on the fatty acid composition, cholesterol and fat-soluble vitamins of pleopodal eggs and stage 1 juveniles in a freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz). *Aquaculture*, 356-357, 310-316.
- Haşiloğlu, M.A., Atamanalp, M., Haliloğlu, H.İ., 2002.** Demirdöven Baraj Gölü (Erzurum) Tatlısu Kefali (*Leuciscus cephalus*) Populasyonunun Bazı Biyokimyasal Özelliklerinin Tespiti, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 33 (2) 213-216.
- Hemre, G.I., Mangor-Jensen, A., Lie, O., 1994.** Broodstock nutrition in turbot (*Scophthalmus maximus*) effect of dietary vitamin E. *Fiskeridir. Skr., Ser. Ernaer.*, 8, 21-29.
- Higgs, D.A., Dosanjh, B.S., Plotnikoff, M.D., Markert, J.R., Lawseth, D., McBride, J.R., Buckley, J.T., 1992.** Influence of dietary protein to lipid ratio and lipid composition on the performance and marine survival of hatchery reared chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada*, 92–3, 46–48.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., Fırat, A., 2003.** Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I (Balık Besleme Fizyolojisi ve Biyokimyası), Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No: 50, Bornova, İzmir, 276s.

- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., Fırat, A.,** 2008. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No: 50, İzmir, 276s.
- Izquierdo, M.,** 1996. Essential fatty acid requirements of cultured marine fish larvae. *Aquacult. Nutr.*, **2**, 183–191.
- Izquierdo, M., Fernandez-Palacios, H.,** 1997. Nutritional requirements of marine fish larvae and broodstock. *Cah. Options Mediterr.*, **22**, 243-264.
- Izquierdo, M., Fernandez-Palacios, H., Tacon, A.G.J.,** 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish, *Aquaculture*, **197**, 25–42
- Imre, S., Sağlık, S.,** 1998. Fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish fish species. *Turk. J. Chem.* **22**, 321–324.
- Jabeen, F., Chaudhry, A.S.,** 2011. Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. *Food Chem.*, **125**: 991-996.
- Jeon, J.K., Kim, P.K., Park, Y.J., Huh, H.T.,** 1995. Study of Serum Constituents in Several Species of Cultured Fish. *J. Korean Fish. Soc.*, **28 (2)**, 123-130.
- Jobling, M.,** 1994. Fish Bioenergetics. Chapman & Hall, London, 294 p.
- Kandemir, S.,** 2008. Farklı Mevsimlerde Seyhan Baraj Gölünde Avlanan Kadife Balığı (*Tinca tinca* L., 1758)'nın Yağ Asitleri Kompozisyonundaki Değişimler. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kandemir, S.,** 2010. The fatty acid composition and cholesterol and vitamin contents of different muscles of *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) living in Lake Ladik. *J. Anim. Vet. Adv.*, **9 (7)**: 1179-1190.
- Kara, C., Çelik, M.,** 2000. Fatty acid composition of gonad tissue in female and male *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) living in Ceyhan River, Kahramanmaraş, Turkey, *C.Ü. Fen ve Müh. Derg.* **3 (1)**, 160–166.
- Kara, C.,** 2001. Sır Baraj Gölü (Kahramanmaraş)'nde Yaşayan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un Dişi ve Erkek Bireylerinin Kas Dokusu Yağ Asitlerinin Değişimi, *K.S.Ü. Fen ve Müh. Dergisi*, **4 (1)**, 74-78.
- Kara, C., Kurtul, N., Çalışlar, S.,** 2005. Üreme Zamanına Bağlı Olarak *Acanthobrama marmid* (Heckel, 1843)'in Dişi ve Erkek Bireylerinde Gonad Yağ Asidi Bileşiminin İncelenmesi, *Fen ve Mühendislik Dergisi*, **8 (2)**, 23-26.
- Karaton, N., Gürel İnanlı, A.,** 2011. Tatlı Su Kefali (*Squalius cephalus*)'nin Et Verimi ve Besin Bileşimine Mevsimsel Değişimin Etkisi, *Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi*, **23 (1)**, 63-69.

- Kaya, Y., Erdem, M.E.,** 2009. Seasonal Comparison of Wild and Farmed Brown Trout (*Salmo trutta forma fario* L., 1758): Crude Lipid, Gonadosomatic Index and Fatty Acids. *International Journal of Food Sciences and Nutrition. International Journal of Food Sciences and Nutrition*. **60 (5)**, 413-423.
- Kocabaş, M.,** 2009. Türkiye doğal alabalık (*Salmo trutta*) Ekotiplerinin Kültür Şartlarında Büyüme Performansı ve Morfolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kocabaş, M., Kayım, M., CAN, E., Kutluyer, F., Aksu, Ö.** 2011. The reproduction Traits of Native Brown Trout (*Salmo trutta macrostigma* T., 1954), Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, **10 (13)**, 1632-1637.
- Kocabaş, M., Başçınar, N., Kutluyer, F., Aksu, Ö.** 2012. Ülkemizde yayılım gösteren *Salmo trutta macrostigma* ekotipi gerçekten yok oluyor mu? *Turkish Journal of Scientific reviews*. **6 (1)**, 132-138.
- Kocaman, E., Yüksel, A., Atamanalp, M.,** 2004. Tekederesi (Erzurum) Dağ alabalıkları *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nın bazı büyüme özellikleri. **28**, 981-989.
- Köprücü, K.,** 2000. Gökkuşluğu Alabalığı Rasyonlarına Farklı Oranlarda Sentetik Esansiyel Aminoasitlerin Katılmasının Büyüme Performansına Etkisi. Doktora Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Köprücü, K., Özdemir, Y.,** 2002. Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) Etindeki A2, C ve E Vitamin Miktarları, Fırat Üniversitesi, *Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **14, 12**, 227-232.
- Knight, J., Holland, J.W., Bowden, L.A., Halliday, K., Rowley, A.F.,** 1995. Eicosanoid generating capacities of different tissues from the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Lipids*, **30 (5)**, 451-458.
- Labbe, C., Loir, M., Kaushik, S., Maisse, G.,** 1993. The influence of both rearing and dietary lipid origin on fatty acid composition of spermatozoan polar lipids in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Effect on sperm cryopreservation tolerance. *Fish Nutrition in Practice*, Biarritz (France), June 24–27, 1991. Ed. INRA, Paris 1993, (Les Colloques, no. 61), pp. 49-59.
- Labbe, C. ve Maisse, G.,** 1996. Influence of rainbow trout thermal acclimation on sperm cryopreservation relation to change in the lipid composition of the plasma membrane. *Aquaculture* **145**: 281–294.

- Lahnsteiner, F., Mansour, N., McNiven, M. A. ve Richardson, G. F., 2009.** fatty acids of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) semen: Composition and effects on sperm functionality. *Aquaculture* **298**: 118-124.
- Lemaire, P., Draï, P., Mathieu, A., Lemaire, S., Carriere, S., Giudicelli, J., Lafaurie, M., 1991.** Changes With Different Diets in Plasma Enzymes (GOT, GPT, LDH, ALP) and Plasma Lipids (Cholesterol, Triglycerides) of Sea-Bass (*Dicentrarchus labrax*), *Aquaculture*, **93**: 63-75.
- L'opez-Cervantes, S'anchez-Machado DI, R'ios-V'azquez NJ., 2006.** High performance liquid chromatography method for the simultaneous quantification of retinol, tocopherol and cholesterol in shrimp waste hydrolysate. *Journal of Chromatography A*, **1105**:135-139.
- Luskova, V., Lusk, S., Halacka, K., 1995.** Yearly Dynamics of Enzyme Activities and Metabolite Concentrations in Blood Plasma of Chondrostoma Nasus, *Folia Zoologica*-44.
- MacFarlane, R.B., Norton, E.C., Bowers, M.J., 1993.** Lipid Dynamics in Relation to the Annual Reproductive Cycle in Yellowtail Rockfish (*Sebastes flavidus*), *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Vol. **50**, 391-401.
- Martinez, C.B.R., Nagae, M.Y., Zaia, C.T.B.V., Zaia, D.A.M., 2004.** Acute Morphological and Physiological Effects of Lead in the Neotropical Fish *Prochilodus lineatus*, *Braz. J. Biol.*, **64(4)**: 797-807.
- Moore, P.K., 1995.** Prostanoids: Pharmacological, Physiological and Clinical Relevance. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Moriente, G., Odriozola, J.M., 1990.** Effect of broodstock diets on lipid classes and their fatty acid composition of larvae of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Fish Physiol. and Biochem.*, **8(2)**, 103-110.
- Mouriente, G., Rodríguez, A., Grau, A., Pastor, E. 1999.** Utilization of lipid by *Dentex dentex* L. (Osteichthyes, Sparidae) larvae during lecithotrophy and subsequent starvation. *Fish Physiology and Biochemistry*, **21**, 45-48.
- Mustonen, A-M., Nieminen, P., Hyvärinen, H., 2002.** Liver and Plasma Lipids of Spawning Burbot, *Journal of Fish Biology*, **61**, 1318-1322.
- Nakipoğlu, H., 1992.** Yukarı Karasu Havzası Alabalıklarının biyoekolojileri üzerine araştırmalar. Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Ens. Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yük. Lis. Tezi, Erzurum.

- Navarro, J.C., McEvoy, L.A., Bell, M.V., Amat, F., Hontoria, F., Sargent, J.R.,** 1997. Effect of different dietary levels of docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3) on the DHA composition of lipid classes in sea bass larvae eyes. *Aquaculture International*, 5, 509-516.
- Navarro, J.C., Henderson, R.J., McEvoy, L.A., Bell, M.V., Amat, F.,** 1999. Lipid conversion during enrichment of Artemia. *Aquaculture*, 174, 155–166.
- Naziroğlu, M., Gür, S., Şimşek, H., Köprücü K.,** 2000. Relationship Between Levels of Beta-Carotene, Vitamin A, Vitamin E in the Seminal Plasma, Spermatozoa, Blood Serum and Liver of Rainbow Trout, *The Veterinary Record*, 147, 484-486.
- Osman, H., Suriah, A.R., Law, C.,** 2001. Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in malaysian waters. *Food. chem.*, 73:55-60.
- Ostrowski, A.C., Divakaran, S.,** 1991. Energy Substrates for eggs and prefeeding larvae of the dolphin *Coryphaena hippurus*. *Marine Biology*, 109, 149-155.
- Özcan, S.,** 2011. “N-3 Serisi Yağ Asitleri Katılan Yemlerle Beslenen Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nda Sperma Kalitesinin Araştırılması”, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (*Yüksek Lisans Tezi*), 80 s.
- Özgür, M.E.,** 2009. “Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Üretiminde Yumurta, Embriyo ve Larva Kalitesine Yeme Katılan n-3 Serisi Esansiyel Yağ Asitlerinin Etkisi”, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (*Doktora Tezi*), 101s.
- Palace, V.P., Werner, J.,** 2006. Vitamin A and E in the maternal diet influence egg quality and early life stage development in fish: a review. *Scientia Marina*, 70S2, ISSN: 0214-8358, 41-57.
- Pickova, J., Dutta, P.C., Larsson, P.O., Kiessling, A.,** 1997. Early embryonic cleavage pattern, hatching success and egg-lipid fatty acid composition: comparison between two cod stocks. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54, 2410-2416.
- Pustowka, C., McNiven, M. A., Richardson, G. F. ve Lall, S. P.,** 2000. Source of dietary lipid affects sperm plasma membrane integrity and fertility in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) after cryopreservation. *Aquaculture Research* 31: 297-305.
- Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I., Jorgensen, L.,** 1992. Comparative study on the fatty acid and lipid composition of four marine fish larvae. *Comp. Biochem. Physiol.*, 103B, 21-26.

- Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I., Jorgensen, L., Olsen, Y., 1994.** Lipid composition in turbot larvae fed live feed cultured by emulsion of different lipid classes. *Comp. Biochem. and Physiol.*, **107(4)**, 699-710.
- Rønnestad, I., Koven, W.M., Tandler, A., Harel, M., Fyhn, H.J., 1994.** Energy metabolism during development of eggs and larvae of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Mar. Biol.*, **120**, 187-196.
- Rønnestad, I., Koven, W.M., Tandler, A., Harel, M., Fyhn, H.J., 1998.** Utilization of yolk fuels in developing eggs and larvae of European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, **162**, 157-170.
- Ruff, N., Fitzgerald, R.D., Cross, T.F., Hamre, K., Kerry, J.P., 2003.** The effect of vitamin E and C level of on market-size turbot (*Scophthalmus maximus*) filet quality. *Aquaculture Nutrition*, **9**: 91-103.
- Salhi, M., Izquierdo, M.S., Hernandez-Cruz, C.M., Gonzales, M., Fernandez-Palacios, H., 1994.** Effect of lipid and n-3 HUFA levels in microdiets on growth, survival and fatty acid composition of larval gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, **24**, 275-282.
- Salhi, M., Hernandez-Cruz, C.M., Bessonart, M., Izquierdo, M.S., Fernandez-Palacios, H., 1999.** Effect of different dietary polar lipids levels and different n-3 HUFA content in polar lipids on the gut and liver histological structure of seabream (*Sparus aurata*) larvae. *Aquaculture*, **179**, 253-263.
- Santiago, C.B., Gonzal, A.C., 2000.** Effect of prepared diet and vitamins A, E and C supplementation on the reproductive performance of cage-reared bighead carp *Aristivhthys nobilis* (Richardson). *J. Appl. Ichthyol.*, **16**: 8-13.
- Sargent J.R., Henderson R.J., Tocher D.R. 1989.** *The Lipids*. pp. 153–218.
- Sargent, J.R., Bell, J.G., Bell, M.V., Henderson, R.J., Tocher, D.R., 1995a.** Origin and functions of n 3 polyunsaturated fatty acids in marine organisms. p. 248-259. In G. Ceve and F. Paltauf (Eds.), *Phospholipids: Characterization, Metabolism and Novel Biological Applications* Am. Oil Chem. Soc. Press, Champaign, II, USA.
- Sargent, J.R., Bell, J.G., Bell, M.V., Henderson, R.J., Tocher, D.R., 1995b.** Dietary origins and functions of longchain (n-3) polyunsaturated fatty acids in marine fish. *J.Mar. Biotechnol.*, **3**, 26-28.
- Sargent, J.R., Toche D.R., Bell, J.G., 2002.** The Lipids. pp.182-257. *In*: Halver, J.E. and Hardy, R.W. (Eds.), *Fish Nutrition*, 3rd ed., Academic Pres., San Diego

- Sau, S.K., Paul, B.N., Mohanta, K.N., Mohanty, S. N., 2004.** Dietary vitamin E requirement, fish performance and carcass composition of rohu (*Labeo rohita*) fry. *Aquaculture*, **240**: 359-368.
- Shiau, S., Hsu, C., 2002.** Vitamin E sparing effect by dietary vitamin C in juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* X *O. aureus*. *Aquaculture*, **210**: 335-342.
- Shiau, S., Lin, Y., 2006.** Vitamin requirements of tilapia. VIII. Simposium Internacional de Nutricion Acuicola, Mexico, ISBN 970-694-333-5.
- Shimma, Y., Shimma, H., Ikeda, K., Akiyama, T., Suzuki, R., 1984.** A Rearing Test of 2-Year-Old Rainbow Trout a 15°C Pond from June to Spawning in December with Reference to Plasma Constituents, Bull. Natl. Res. Inst., *Aquaculture*, **6**, 33-43.
- Silversand, C., Norberg, B., Haux, C., 1996.** Fatty-acid composition of ovulated eggs from wild and cultured turbot (*Scophthalmus maximus*) in relation to yolk and oil globule lipids. *Mar. Biol.*, **125**, 269-278.
- Smith, J.B., Bealeau, M.H., Waterstrat, P., Tucker, C.S., Stiles, F., Bowser, P.R., Brown, L.A., 1987.** Biochemical Reference Ranges for Commercially Reared Channel Catfish, The Prog. *Fish-Cult.*, **49**:108-114.
- Stephan, G., Gullaume, J., Lamour, F., 1995.** Lipid peroxidation in turbot (*Scophthalmus maximus*) tissue: effect of dietary vitamin E and dietary n-6 or n-3 polyunsaturated fatty acids. *Aquaculture*, **130**: 251-268.
- Svoboda, M., Kouril, J., Hamackova, J., Kalab, B., Savina, L., Svobodova, Z., Vykusova, B., 2001.** Biochemical Profile of Blood Plasma of Tench (*Tinca tinca* L.) During Pre-and Postspawning Period, *Acta Vet. Brno*, **70**: 259-268.
- Şimşek, A., Kırmızı, S., Manaşırılı, M., Özyurt, Gülsün., 2009.** Keserbaş (*Mullus barbatus*) ve Çizgili Barbun (*Upeneus moluccensis*)’un Mineral ve Vitamin İçerikleri. *Akuademi.net*, 1-10.
- Tabak, İ., Aksungur, M., Zengin, M., Yılmaz, C., Aksungur, N., Alkan, A., Zengin, B., Mısır, D.M., 2002.** Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)’nın biyoekolojik özelliklerinin tesbiti ve kültüre alınabilirliğinin araştırılması projesi. Sonuç Raporu (TAGEM/HAYSUD/98/12/01/007). Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon. p.194.
- Tandler, A., Harel, M., Koven, W.M., Kolkovsky, S., 1995.** Broodstock and larvae nutrition in gilthead seabream *Sparus aurata* new findings on its involvement in

- improving growth, survival and swim bladder inflation. *Isr. J. Aquacult. Bamidgeh*, **47**, 95-111.
- Tinoco, J.**, 1982. Dietary requirements and functions of α -linolenic acid in animals. *Prog. Lipid Res.*, **21**, 1-45.
- Tocher, D.R., Sargent, J.R.**, 1984. Studies on triacylglycerol, wax ester and sterol ester hydrolases in intestinal caeca of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed diets rich in triacylglycerols and wax esters. *Com. Biochem. Physiol.*, **77 B (3)**, 561-571.
- Tocher, D.R., Fraser, A.J., Sargent, J.R., Gamble, J.C.**, 1985a. Fatty acid composition of phospholipids and neutral lipids during embryonic and early larval development in Atlantic herring (*Clupea harengus*, L.). *Lipids*, **20(2)**, 69-74.
- Tocher, D.R., Fraser, A.J., Sargent, J.R., Gamble, J.C.**, 1985b. Lipid class composition during embryonic and early larval development in Atlantic herring (*Cuplea harengus* L.). *Lipids*, **20**, 84-89.
- Tocher, D.R., Mourente, G., Van Der Eecken, A., Evjemo, J.O., Diaz, E., Bell, J.G., Geurden, I., Laves, P. Olsen, O.**, 2002. Effects of dietary vitamin E on antioxidant defence mechanisms of juvenil turbot (*Scomhthalmus maximus* L.), halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) and sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Nutrition*, **8**: 195-207.
- URL 1.**, 2012. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Kolesterol>
- URL 2.**, 2012. http://www.mustafacilek.com/uploads/8/3/1/9/8319973/vitamin_1.pptx
- Uysal K.**, 2004. Gonad Olgunlaşması Esnasında Sudak (*Sander Lucioperca*) Balığının Ovaryum Ve Testislerinin Yağ Asidi Bileşimindeki Değişimler, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **7**, 91-101
- Uysal, K., M. Bülbül, M., Dönmez, M., Seçkin A.K.**, 2008. Changes in some components of the muscle lipids of three freshwater fish species under naturel extreme cold and temperate conditions. *Fish Physiol. Biochem.*, **34**: 455-463.

- Vassallo-Agius, R., Watanabe, Takeshi, Yoshizaki, G., Satoh, S. ve Takeuchi, Y.,** 2001. Quality of eggs and spermatozoa of rainbow trout fed an n-3 essential fatty acid-deficient diet and its effects on the lipid and fatty acid components of eggs, semen and livers. *Fisheries Science* **67**:818-827.
- Vazquez, R., Gonzalez, S., Rodriguez, A., Mourente, G.,** 1994. Biochemical composition and fatty acid content of fertilized eggs, yolk sac stage larva and first-feeding larvae of the Senegal sole (*Solea senegalensis* Kaup). *Aquaculture*, **119**, 273-286.
- Venugopal, V.,** 2009. Marine Products for Healthcare: Functional and Bioactive Nutraceutical Compounds from the Ocean. CRC Pres Taylor & Francis, USA, 239-259.
- Yamawaki, K., Hashimoto, W., Fujii, K., Koyama, J., Ikeda, Y., Ozaki, H.,** 1986. Hemochemical Changes in Carp Exposed to Low Cadmium Concentrations, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, **52 (3)**: 459-465.
- Yıldırım, A.,** 1991. Barhal Havzası alabalıklarının (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) biyoekeolojileri üzerine araştırmalar.Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı. Erzurum.
- Yılmaz, E., Naz M., Akyurt İ., Türkmen M.,** 2005. Karabalıklarda (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) Üreme Periyodu ve Larvaların Gelişim Dönemlerine Ait Kimyasal Kompozisyonlarının Tespiti Üzerine Bir Araştırma. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 213-218.
- Yone, Y., Hossain, M.A., Furuichi, M., Kato, F.,** 1986. Effect of Fermented Scrap Meal on Proximate Compositions of Muscle and Liver Hematological Characteristics and Chemical Components in Blood Plasma of Rea Sea Bream. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **52 (8)**: 1461-1464.
- Warner, M.C., Williams, R.W.,** 1977. Comparison Between Serum Values of Pond And Intensive Raceway Cultured Channel Catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), *Journal of Fish Biology*, **11**:385-395.
- Watanabe, T., Takashima, F.,** 1977. Effect of α -tokoferol deficiency on carp. Bull. *Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **43**: 819-830.
- Watanabe, T., Takeuchi, T., Saito, M., Nishimura, K.,** 1984d. Effect of low protein-high calorie or essential fatty acid deficiency diet on reproduction of rainbow trout. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **50 (7)**, 1207-1215.

- Watanabe, T.**, 1985. Importance of The Study of Broodstock Nutrition For Further Development of Aquaculture, p. 395-414. In Cowey, C.B., Mackie, A.M., Bell, J.G., [ed.] *Nutrition And Feeding in Fish*, Academic Press, London.
- Watanabe, T., Izquierdo, M.S., Takkeuchi, T., Satoh, S., Kitajima C.**, 1989. Comparison between eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in larval red seabream. *Nippon Suisan Gakkaishi.*, **55(9)**, 1636-1640.
- Watanabe, T.**, 1990. Effect of broodstock diets on reproduction of fish. Actes Colluq. - IFREMER 9, 542-543.
- Watanabe, T.**, 1993. Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish. J. World Aquacult. Soc., **24(2)**, 152-161.
- Wells, R.M.G., Macdonald, J.A., DiPrisco, G.**, 1990. Thin-Blood Antarctic Fishes: A Rheological Comparison of the Haemoglobin-Free Icefishes *Chionodraco kathleenae* and *Cryodraco antarcticus* With A Red-Blooded Nototheniid, *Pagothenia bernacchii*, *Journal of Fish Biology*, **36**: 595-609.

ÖZGEÇMİŞ

Elazığ ilinde 1987 yılında doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Elazığ'da tamamladıktan sonra 2005 yılında Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinde lisans eğitimime başladım. 2009 yılında mezun oldum. 2009 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimime başladım. 2010 yılında Tunceli Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladım.

Esin BAĞCI