

Karasu Havzası Yeşildere Çayı Olgun Dere Alabalıkları (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril, 1858)'nda Farklı Dokuların Yağ Asidi Kompozisyonlarının Karşılaştırılması

N. Mevlüt ARAS, H. İbrahim HALILOĞLU, Abdulkadir BAYIR, Muhammed ATAMANALP, A. Necdet SİRKECİOĞLU
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, Erzurum - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 08.04.2002

Özet: Bu çalışmada yukarı Fırat (Karasu) havzası Yeşildere çayından yakalanan olgun dere alabalıkları (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril, 1858)'nda farklı dokularının yağ asidi kompozisyonları araştırılmıştır.

Adipoz, gonad, karaciğer ve kas dokusunda % olarak tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), çoklu doymamış yağ asitleri (n-3, n-6 PUFA) ile eikosapentaenoik (EPA) ve dokosaheksaenoik (DHA) oranları arasındaki fark çok önemli ($P < 0,01$), doymuş yağ asitleri (SFA)'nin ise dokular arasındaki farkı önemsiz bulunmuştur. SFA içerisinde bulunan en önemli yağ asitleri palmitik asit (16:0), stearik asit (18:0) ve miristik asit (14:0) olurken MUFA'da 18:1 n-9 ile 16:1 n-7 yağ asitleri çıkmıştır. Tatlı su balıkları ile deniz balıklarının karakteristik özelliği olarak bilinen n-3/n-6 oranı deniz balıklarına yakın çıkmasına rağmen dokular arasında önemsiz bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: Yağ asitleri, doku, *Salmo trutta macrostigma*

Comparison of the Fatty Acid Composition of Different Tissues in Mature Trout (*Salmo trutta macrostigma*, Dumeril, 1858) in Yeşildere Creek in the Karasu Basin

Abstract: In this research the fatty acid composition of different tissues of mature trout caught from Yeşildere creek in the Fırat region were investigated.

In the adipose, gonad, liver and muscle tissues, the differences among the percentages of monounsaturated fatty acids (MUFA), polyunsaturated fatty acids (n-3, n-6 PUFA) and the eicosapentaenoic acid (EPA)/docosahexaenoic acid (DHA) ratio were statistically significant ($P < 0,01$). However, the differences in the saturated fatty acids (SFA) of tissues were not distinctive. The most important fatty acids were palmitic (16:0), stearic (18:0) and miristic (14:0) in SFA and 18:1 n-9 and 16:1 n-7 in MUFA. The ratio of n3/n6, known as characteristic agents of marine fish, was as high as in marine fish but the differences among the tissues were not significant.

Key Words: Fatty acids, tissue, *Salmo trutta macrostigma*

Giriş

Türkiye'de yayılmış doğal alabalıkların 1 cins, 1 tür ve 4 alt türe ait olduğu, buna karşın bazı sularda ayrı kabul edilen coğrafik ırkların birlikte görülebildiği iddiaları, kesin bir ayırımın henüz tam olarak yapılamadığını göstermektedir (1). Bu bakımdan araştırmacılar balıklar üzerinde yürütülecek meristik çalışmaların yanında elektroforetik araştırmalara ağırlık verilmesinin önemine dikkat çekmektedirler.

Balıklarda büyümeyi etkileyen iç (yaş, tür, cinsi olgunluk) ve dış (çevre şartları) faktörler, dokularda depolanan yağları ve yağ asitlerini önemli ölçüde

değiştirebilmektedirler (2,3). Yürütülen çalışmalar kültürü yapılan balıkların esansiyel yağ asidi ihtiyaçlarının dokulardaki yağ asidi profillerinin kullanılabilirliğine ve değişimine göre tahmin edilebildiğini rapor etmektedirler (4). Hatta balıkların vücut yağ asitleriyle diyet kompozisyonlarının pozitif korelasyona sahip olduğu bildirilmektedir (5,6).

Yürütülen bu çalışma ile ülkemizin belli bölgelerinde, düşük stok yoğunluğunda bulunan, ekonomik değeri en yüksek türlerden olan ve yöre halkı tarafından çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan, *Salmo trutta macrostigma*'nın farklı dokularının yağ asidi profillerinin

karşılaştırılması hedeflenmiştir. Böylelikle alt türe ilişkin meristik özellikleri destekleyecek karakteristik verilere ulaşılarak, kültüre alınması durumunda hazırlanacak diyetlerin kompozisyonlarına ilişkin ön bilgiler elde edilebilecektir. Ayrıca kültürü yapılan türler için gıda değeri bakımından tabi olan ve ideal kabul edilen kuzenleriyle karşılaştırma imkanı doğacaktır.

Materyal ve Metot

Balık Materyali

Çalışmada kullanılan balık materyali *Salmo trutta macrostigma* ırkı genel olarak Doğu, Güney, Batı, Kuzey-Batı Anadolu'da ve Trakya'da yayılış gösterir. Esas itibarıyla batı kökenli olduğu söylenen bu ırkın, muhtemelen buzul devir esnasında önce Akdeniz'e, buradan da Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerin iç sularına dolayısıyla Anadolu'ya girmiş olabileceklere ileriye sürülmektedir. Linea lateral üzerinde bir sıra halinde uzanan ve küçük noktaların kümeleşmesinden oluşan 10-12 adet iri benek bulunur. Preoperküller üzerinde daima gayet belirgin şekilde görülen siyah bir leke vardır. Diagnostik özellikleri ise, D:III-IV 10-11, A:III-IV 8-10, L.lat: 110-118, omur sayısı: 56-57 ve pilorik çekum sayısı 30-32 arasında değişmektedir (1).

Araştırmada kullanılan balık materyali 25 Haziran 2000 tarihinde Fırat nehrinin membaı durumundaki Yukarı Fırat (Karasu) Havzası Yeşildere Çayı'nın üç farklı istasyonundan yakalanan toplam 55 adet balığın 60 ila 110 g'lık yetişkinlerinin (22 adet) içerisinde rastgele seçilen 11 tanesi üzerinde yürütülmüştür. Gonad dokusu ovaryumlardan, adipoz doku intramuscular bölgeden, kas örnekleri ise linea lateral ile dorsal yüzgeç arasından ve dişi erkek karışık alınmıştır. Örnekleme tarihindeki Yeşildere'nin gündüz su sıcaklık ortalaması 16 °C olarak ölçülmüştür.

Yağ Asitlerinin Belirlenmesinde Kullanılan Gaz Kromatografisi

Yağ asitlerinin ayırımında HP 6890 Hewlett Packard Palo Alto, CA marka % 5 fenilmetil silikona tutturulmuş (25 m-0,2 mm) silika kılcal kolon kullanılmıştır. Çalışılan parametreler bilgisayar yardımıyla ayarlanmış ve kontrol edilmiştir. Kromatogramların geliş zamanları ve alanları bilgisayara nakledilip kaydedilmiştir. Piklerin isimlendirilmesi ve kolona uygunluğunda standart ökaryot kalibrasyon miksi (HP® Calibration Standards for Eukary Method-Lot No. 6971 10) kullanılmıştır. Standart ökaryot

kalibrasyon miksi nC9 - nC30 uzunluğundaki doymuş yağ asitlerini ihtiva eden ve tanıyan mikslerdir. Örneklerin yağ asitleri MIS (MIS version no. 3.8) (Microbial ID, Inc., Newark, Delaware) software programına bağlı M17H10 data verisi ile karşılaştırarak belirlemiştir. Gaz kromatografisi cihazı ve bu cihazla entegre olarak çalışan bir bilgisayar yazılımından oluşan 100 örnek kapasiteli ve numuneleri tam otomatik olarak analiz edebilen MIDI Sherlock® sistemi ve ökaryotlara ait veri tabanı kullanılarak yapılmıştır.

Doku Örneklerinin Alınması ve Muhafazası

Balıkların ağırlık değerleri alındıktan sonra sırt yüzgeçleri ile yan hat (linea lateral) arasındaki bölgenin derisi soyularak yeterli miktarda kas örnekleri alınmış; daha sonra makasla anüsden girilerek karın bölgesi açılmış ve iç organların etrafında lokalize olmuş olan adipoz dokusundan ve gonadları gelişmiş balıkların da gonadlarından, son olarak da karaciğerlerinden örnek alınmıştır. Alınan her bir örnek daha sonra yağ ekstraksiyonu ve yağ asitleri analizlerinin yapılması amacıyla alüminyum folyoya sarılıp etiketlenerek derin dondurucuda -20 °C'de muhafaza edilmişlerdir (7).

Örneklerden Yağ Ekstraksiyonu

Doku örneklerinden yağ ekstraksiyonu ve yağ asitlerinin gaz kromatografik değerlendirilmesi Atatürk Üniversitesi Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde yapılmıştır. Alınan doku örneklerinden yaklaşık 0,5 g ağırlığındaki numuneler test tüplerine alınmıştır. Numunelerin üzerine 45 g sodyum hidrosit (ACS grade), 150 ml Metil alkol (HPLC grade) ve 150 ml saf su karışımından oluşan çözeltiden 1 ml ilave edilmiştir. Çözelti ilavesinden sonra tüpler 5-10 sn vortekste çalkalanmış ve 100 °C'lik su banyosunda 25 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Bu aşamada dokulardaki hücre çeperleri parçalanarak yağ asitlerinin serbest kalması sağlanmıştır (8).

Bu işlemi takiben tekrar 325 ml HCl ve 275 ml metil alkol (HPLC grade) karışımından 2 ml ilave edilerek 80 °C'de 10 dakika tekrar su banyosunda tutulmuştur. Su banyosundan çıkarılan örnekler buz içerisinde hızlı soğutmaya bırakılmış, bu uygulama ile serbest yağ asitlerine ester bağları ile metil eklenmiştir (8).

Hızlı soğutmanın ardından metillenmiş yağ asitleri üzerine 200 ml Hegzan (HPLC grade) ve 200 ml Metil-tert butil eter (HPLC grade) karışımından 3 ml eklenerek 10 dakika süreyle çalkalanmıştır. Böylece alt kısımda

asidik, üst kısımda ise organik faz oluşumu sağlanmıştır. Bir pastör pipeti vasıtasıyla alt kısımdaki asidik faz atılarak üst kısımdaki organik faz tüp içerisinde muhafaza edilmiş, şayet faz oluşumu tam olarak teşekkül etmediyse numuneler santrifüjlenerek faz ayırımı yapılmış ve daha sonra asidik faz pastör pipetiyle uzaklaştırılmıştır.

En son aşamada her tüpe 10,8 g sodyum hidroksit (ACS grade) ve 900 ml saf su karışımından oluşan çözeltiden 3 ml ilave edilip 5 dakika süreyle çalkalandıktan sonra 10 dak. oda sıcaklığında bekletilmiş, müteakiben tüp içerisinde ayrışan üst fazdan 0,2-0,3 ml alınarak gaz kromatografisi tüplerine transfer edilmiştir. Ağzı sıkıca kapatılan bu tüpler gaz kromatografisindeki örnek depolama tepsisine yerleştirilmiştir. Daha sonra sistem kılavuzunda belirtildiği gibi örnekler ökaryot programı ile çalıştırılarak analiz edilip örneklerin yağ asidi profilleri çıkarılmıştır (7,9).

İstatistik Analizler

Araştırmada elde edilen yağ asitleri değerlerinin analizinde SAS (10) paket programının GLM (Genel Linear Modülü) prosedürü ile varyans analizi yapılarak dokular arasındaki farklar istatistiksel olarak test edilmiş, ayrıca örneklere ait ortalamalar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile analiz edilmiştir.

Bulgular

Çalışmamıza ilişkin bulgular ve istatistik analiz sonuçları Tablo'da verilmiştir. Buna göre, SFA içerisinde en fazla bulunan ve dokular arasındaki fark önemsiz çıkan palmitik asit (16:0) ortalama % 60'lık bir orana sahip olmuştur. Stearik asit (18:0) total SFA içerisinde % 19'la ikinci önemli yağ asidini oluştururken, miristik asit (14:0) % 12'lik bir paya sahip olmuş, her iki doymuş yağ asidinin, karşılaştırmasını yaptığımızda dokulardaki miktarları arasındaki fark istatistik olarak çok önemli çıkmıştır ($P < 0,01$). Tablo'dan da görüleceği üzere önemli bir sonuçta; 14:0 yağ asidinin adipoz dokuda diğerlerinden 3 kat daha fazla (6,06) iken 18:0'ın aynı dokuda diğerlerinden 3 kat daha az (2,57) bulunmasıdır. Ancak total SFA'nın dokular arasındaki farkı önemli olmamıştır. Toplam MUFA içerisinde 18:1 n-9 yağ asidi % 61'lik bir paya sahip iken dokular arasındaki fark çok önemli bulunmuş ve bu fark toplam MUFA'ya da yansımıştır ($P < 0,01$). Adipoz $33,87 \pm 2,34$ 'lük değerle en yüksek çıkarken, karaciğer $23,05 \pm 2,34$ 'lük oranla dokular arasında son sırada yer almıştır.

Çoklu doymamış yağ asitlerinden n3 PUFA oranları arasındaki fark da istatistik olarak çok önemli ($P < 0,01$) olup bu değerler içerisinde karaciğer % 39,33'lük oranla ilk sırayı alırken adipoz % 18,33'lük değerle düşük çıkmıştır. Özellikle n-6 PUFA, dokular arasında çok önemli farklılıklar ($P < 0,01$) göstermiş ve en yüksek karaciğerde ($9,82 \pm 0,99$), en düşük ise kasta ($4,69 \pm 0,99$) çıkmıştır. Özellikle deniz ve tatlı su balıkları için karakteristik oranlardan biride n3/n6 değerleridir. Bu bakımından ise dokular arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Özellikle kas dokusu n-3/n-6 oranı $6,35 \pm 0,79$ 'luk değeriyle deniz balıklarına yakın çıkması ve dokular arasında en yüksek değere sahip olması dikkate değer bulunmuştur. Ayrıca n-3 PUFA'yı oluşturan en önemli yağ asitlerinden EPA miktarları dokular arasında çok önemli ($P < 0,01$), DHA miktarları ise önemli ($P < 0,05$) farklılıklar göstermiştir.

Tartışma

Kemikli balıkların çok önemli bölümünde total SFA içerisinde palmitik asitin hemen bütün dokularda dominant olduğu bildirilmektedir (11,12). Hatta yapılan çalışmalardan palmitik asitin total SFA içerisinde ortalama % 60'lık bir payının olduğu rapor edilmektedir (13). Araştırma bulgularımız çarpıcı bir şekilde literatür bildirişleri ile örtüşmektedir. Haliloğlu ve ark., (14)'nin üç farklı alabalık türünün (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario* ve *Onchorhynchus mykiss*) kas dokularını mukayesesi yaptııkları çalışmada türler arası farkı önemli bulmalarına karşın kas dokusundaki total SFA içerisinde palmitik asitin % 60'lık oranla dominant olduğunu, daha sonra sırasıyla stearik ve miristik asitin miktarına işaret etmişlerdir. Bütün bu sonuçlardan balıklar için palmitik asitin karakteristik bir özellik olacak şekilde baskın olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca dokular arası çok önemli farktan stearik ve miristik asitin palmitik asite oranla daha kararsız olduğu anlaşılmaktadır (Tablo).

Karşılaştırmasını yaptığımız dokulardan yalnızca intramuscular adipoz dokuda gonad (% 23,56), karaciğer (% 23,05) ve kas (% 24,68)'a göre % 10 daha fazla birikmenin olduğu (% 33,87) anlaşılmaktadır. Bu fark istatistik olarak da çok önemli çıkmış ve MUFA içerisinde dominant olan 18:1 n-9 ila 16:1 n-7 yağ asitlerine de yansımıştır. Yürütülen pek çok çalışmanın sonuçları bulgularımızla örtüşmektedir (15-17). Burada önemli olan MUFA'nın neden yalnızca adipoz dokuda yoğunlaştığı

Tablo. *Salmo trutta macrostigma*'nın total yağ asidi içerisindeki % oranlarının çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

Yağ Asidi	Adipoz (x ± sx)	Gonad (x ± sx)	Karaciğer (x ± sx)	Kas (x ± sx)	P
14:0	6,06 ± 0,30 a	3,31 ± 0,48 b	2,04 ± 0,30 b	3,45 ± 0,30 b	**
15:0	-	-	-	-	-
16:1n9	-	-	-	-	-
16:1n7	13,73 ± 0,54 a	6,87 ± 0,61 b	4,21 ± 0,54 c	7,13 ± 0,54 b	**
16:0	16,48 ± 1,53	21,13 ± 1,71	16,18 ± 1,53	19,27 ± 1,53	ÖS
17:1n8	-	-	-	-	-
17:0	0,66 ± 0,05 ab	0,52 ± 0,10 b	0,91 ± 0,06 a	-	*
18:3n6	-	-	-	-	-
18:4n3	6,96 ± 0,46 a	2,25 ± 1,03 b	1,23 ± 0,51 b	3,67 ± 0,46 b	*
18:2n6	4,81 ± 0,12 a	3,09 ± 0,27 b	2,11 ± 0,12 c	3,65 ± 0,12 b	**
18:1n9	18,93 ± 0,59 a	15,72 ± 0,59 b	14,29 ± 0,53 b	15,33 ± 0,53 b	**
18:0	2,57 ± 0,74 b	7,81 ± 0,83 a	6,57 ± 0,74 a	6,55 ± 0,74 a	**
20:4n6	0,61 ± 0,32 b	5,42 ± 0,5 a	5,40 ± 0,32 a	1,73 ± 0,41 b	*
20:5n3	6,76 ± 1,26 b	14,81 ± 1,41 a	12,54 ± 1,26 a	12,95 ± 1,26 a	**
20:3n6	0,27 ± 0,04 b	0,70 ± 0,09 a	0,75 ± 0,06 a	-	*
20:2n6	0,31 ± 0,06 b	0,56 ± 0,12 ab	0,82 ± 0,06 a	-	*
20:1n9	0,31 ± 0,37 b	-	1,74 ± 0,29 a	-	*
22:6n3	2,25 ± 1,34 b	16,82 ± 1,50 a	21,16 ± 1,34 a	16,07 ± 1,34 a	*
22:5n3	2,07 ± 0,45 b	6,16 ± 0,50 a	4,63 ± 0,45 a	4,81 ± 0,45 a	**
18:1n9t	3,68 ± 0,49	2,22 ± 0,55	2,59 ± 0,49	2,21 ± 0,35	ÖS
SFA	30,99 ± 2,40	34,07 ± 2,69	27,59 ± 2,40	31,23 ± 2,40	ÖS
MUFA	33,87 ± 2,34 a	23,56 ± 2,61 b	23,05 ± 2,34 b	24,68 ± 2,34 ab	**
n3	18,33 ± 2,66 b	36,58 ± 2,98 a	39,33 ± 2,66 a	37,52 ± 2,66 a	**
n6	7,27 ± 0,99 ab	8,07 ± 1,57 ab	9,82 ± 0,99 a	4,69 ± 0,99 b	**
n3/n6	2,56 ± 0,79	4,65 ± 1,26	4,58 ± 0,79	6,35 ± 0,79	ÖS
EPA/DHA	3,12 ± 0,26 a	0,80 ± 0,29 b	0,69 ± 0,26 b	1,26 ± 0,26 b	**

- Belirlenemedi, (a-b) Aynı satırda farklı harflerle gösterilen istatistiki olarak önemli,
ÖS = Önemsiz, X = Ortalama, SX = Standart Hata, ** (P < 0,01), * (P < 0,05).

sorusudur. Aradaki fark tatlı su balıklarında etkin olan elengasyon ve desaturasyonun (18) adipoz dokuda daha az aktif olduğunu aklı getirmektedir.

Desaturase enzim aktivitesi ve zincir uzaması (elengasyon) deniz balıklarına göre tatlı sularda n-3 PUFA'yı düşürürken n-6 PUFA'yı yükseltmekte dolayısıyla n-3/n-6 oranı tatlı su balıklarında karakteristik olarak daha düşük çıkmaktadır (19,20). Araştırma sonuçlarından elde ettiğimiz yüksek n-3/n-6 oranları özellikle kas dokusunda daha belirgin olmuştur. Mesela Haliloğlu (21), yetişkin gökkuşağı alabalıklarında n-3/n-6

oranını 1'e yakın rapor etmiştir. Burada beklenilen aksine yüksek çıkan n-3/n-6 oranı tipik bir dağ deresinden yakalanan balıkların yüksek rakım ve uzun süren kış şartlarına adaptasyonda rol oynayan n-3 PUFA'nın özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü n-3 PUFA membran permeabilitesi ve esnekliğinde etkin rol oynamaktadır (22,23). Bu bakımdan kültür şartlarındaki kuzenlerine göre doğal çevreye adapte olan materyal balıklarımızdan elde edilen sonuçlar sürpriz olmadığı gibi gıda kalitesi olarak da ihtiva ettikleri yağ asitlerinin kompozisyonu bakımından daha kaliteli olduklarını aklı getirmektedir.

Balıklar için olduğu kadar insan sağlığı açısından da önemli kabul edilen EPA ve DHA üzerinde özellikle durulmaktadır. Araştırmacılar balık larvalarında DHA'nın beyin ve retinanın gelişiminde ve larval dönem yaşama gücünde önemli olduğunu, eksikliklerinde anormal davranış, görmede bozukluk gibi pek çok hastalık semptomlarının ortaya çıktığını kaydetmektedirler (24). İnsanlarda kan basıncının düzenlenmesinde, sinirlerin uyarılmasında ve trigliserid seviyesini düşürerek kolesterol riskinin azaltılmasında etkin olduğu bildirilmektedir (25,26). Araştırma bulgularımızdan anlaşılacağı üzere EPA/DHA oranı dokular arasında çok önemli bulunmuş, bu fark ayrı ayrı EPA ve DHA'da

görülmüştür. Tatlı su balıklarında yukarıda ifade edildiği üzere n-6 PUFA'nın beklenenin altında çıkması EPA/DHA seviyesi üzerinde de etkili olmuştur. Buna karşın kas dokusunda bulunan oran gerek total EPA (% 12,95) ve gerekse total DHA (% 16,07) dengeli, ideale yakın olmasıyla kabul edilebilir sınırlar dahilinde bulunmuştur.

İleride yürütülecek benzer araştırmalardan daha sağlıklı sonuçlar elde etmek ve karşılaştırmalar yapabilmek için materyal balığın aylara veya mevsimsel değişimlerine göre balıkların bütün hayat dönemlerini (yumurta, keseli dönem, genç ve olgun safha) içine alacak şekilde yürütülmelidir.

Kaynaklar

- Geldiay, R., Balık, S.: Türkiye Tatlı Su Balıkları. Ege Üni. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 46, 1996. İzmir.
- Sargent, J., Henderson, R.J., Tocher, D.R.: The Lipids. Fish Nutrition. Academic Press, Inc., 1989; 153-219.
- Borlongan, I.G., Benitez, L.V.: Lipid and fatty acid composition of milkfish (*Chanos chanos* Forsskal) grown in freshwater and seawater. Aquaculture, 1992; 104: 79-89.
- Castel, J.D.: Review of lipid requirements of finfish. In: Halver, J.E., Tiews, K. (Editors). Proc. World Symp. Finfish Nutrition and Fishfeed Technology, Hamburg, Germany. 1979; 1: 59-84, Heenemann, Berlin.
- Dendinos, P., Thorpe, J.P.: Experiments on the artificial regulation of amino acid and fatty acid contents of food organisms to meet the assessed nutritional requirements of larval, post-larval and juvenile Dover sole (*Solea solea* L.). Aquaculture, 1987; 61: 121-154.
- Ostrowski, A.C., Divakaran, S.: The amino acid and fatty acid compositions of selected tissues of dolphin fish (*Coryphaena hippurus*) and their nutritional implications. Aquaculture, 1989; 80: 285-299.
- MIDI: Sherlock Microbial Identification System, Version 4 MIS Operating Manual, Newark, DE, USA, 2000.
- Şahin, F.: II. Uygulamalı moleküler biyoloji teknikleri kursu notları. Atatürk Üniv., Biyoteknoloji Araştırma Merkezi, 2000, Erzurum.
- Halver, J.E.: Fish Nutrition. Academic Press Inc. CA. 1988; 186-187.
- SAS.: SAS Institute, 1996. Cary NC, USA.
- Ashton, H.J., Farkvan, D.O., March, B.E.: Fatty acid composition of lipids in the eggs and alevins from wild and cultured chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Can. J. Fish Aquat. Sci., 1993; 50: 648-655.
- Czesny, S., Dobrowski, K.: The effect of egg fatty acid concentrations on embryo viability in wild and domesticated walleye (*Stizostedion vitreum*). Aquat. Living Resour., 1998; 11: 371-378.
- Chen, I.-C., Chapman, F.A., Wei, C.-I., Portier, K.M., O'Keefe, S.F.J.: Differentiaion of cultured and wild sturgeon (*Acipenser oxyrinchus desotoi*) based on fatty acid composition. Food. Sci., 1995; 60: 631-635.
- Haliloğlu, H.İ., Aras, N.M., Yetim, H.: Comparison of muscle fatty acids of three trout species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) raised under the same conditions. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 2002; 26: 1097-1102.
- Harel, R.M., Woods, L.C.: Comparative fatty acid composition of eggs from domesticated and wild striped bass (*Morone saxatilis*). Aquaculture, 1995; 133: 225-233.
- Silversand, C., Norberg, B., Haux, C.: Fatty-acid composition of ovulated eggs from wild and cultured turbot (*Scophthalmus maximus*) in relation to yolk and oil globule lipids. Mar. Biol., 1996; 125: 269-278.
- Aras, N.M., Haliloğlu, H.İ., Ayık, Ö., Yetim, H.: Comparison of fatty acid profiles of different tissues of mature trout (*Salmo trutta labrax*, Pallas, 1811) caught from Kazandere Creek in Çoruh Region, Erzurum, Turkey. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 2003; 27: 311-316.
- Skuladottir, G.V., Schiöthe, H.B., Gudmundsdottir, E., Richards, B., Gardarsson, F., Jonsson, L.: Fatty acid composition of muscle, heart and liver lipids in Atlantic Salmon (*Salmo salar*), at extremely low environmental temperature. Aquaculture, 1990; 84: 71-80.
- Borlongan, I.G., Benitez, L.V.: Lipid and fatty acid composition of milkfish (*Chanos chanos*) grown in freshwater and seawater. Aquaculture, 1992; 104: 79-89.

20. Sheikheldin, M., DeSilva, S.S., Anderson, T.A., Gooley, G.: Comparison of fatty acid composition of muscle, liver, mature oocytes, and diets of wild and captive Macquarie perch (*Macquaria australasica*) broodfish. *Aquaculture*, 1996; 144: 201-216.
21. Haliloğlu, H.İ.: Farklı İşletmelerde Yetiştirilen Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın Kas ve Adipoz Dokuları İle Karaciğer ve Gonadlarındaki Yağ Asidi Profillerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2001, Erzurum.
22. Brenner, R.R.: Effect of unsaturated fatty acids on membrane structure and enzyme kinetics. *Prog. Lipid Res.*, 1984; 23: 69-96.
23. Czesny, S., Dabrowski, K., Christensen, J.E., VanEennaam, J., Doroshov, S.: Discrimination of wild and domestic origin of sturgeon ova based on lipids and fatty acid analysis. *Aquaculture*, 2000; 189: 145-153.
24. Navarro, J.C., Sargent, J.R.: Behavioural differences in starving herring *Clupea harengus* L. larva correlate with body levels of essential fatty acids. *J. Fish Biol.*, 1992; 41: 509-513.
25. Bao, D.Q., Mori, T.A., Burke, V.: Effects of dietary fish and weight reduction on ambulatory blood pressure in overweight hypertensives. *Hypertension*, 1998; 32: 710-717.
26. Stoll, A.L., Severus, W.E., Freeman, M.P.: Omega 3 fatty acids in bipolar disorder. *Arch. Gen. Psychiatry*, 1999; 56: 401-412.