

Dişi *Salmo Trutta Macrostigma* (Dumeril, 1858) 'nın Kas Dokusu Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi

Semra Kaçar^{1*}, Hacer Kaya², Mehmet Başhan³

¹Mardin Artuklu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Mardin

²Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Ana Bilim Dalı, Diyarbakır

³Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Diyarbakır

*semrakacar21@gmail.com^{ID}, hacerkayhan21@gmail.com^{ID}, mehmetbashan@gmail.com^{ID}

Makale gönderme tarihi: 18.01.2021, Makale kabul tarihi: 18.08.2021

Öz

Bu çalışmada, dişi *Salmo trutta macrostigma*'nin kas dokusunun yağ asidi bileşiminin mevsime bağlı değişimleri araştırılmıştır. Dişi balıkların kas dokusu total lipit yağ asidi içerikleri; standart kullanılarak, gaz kromatografi ile belirlenmiştir. *S. trutta macrostigma*'nin toplam lipit içeriği yıl içinde % 1,44-1,90 arasında değişmiştir. *S. trutta macrostigma*'nin bileşiminde toplam 18 farklı yağ asidi belirlenmiştir. Palmitik asit her mevsimde başlıca doymuş yağ asidi olarak bulunmuştur. Oleik asit bütün mevsimlerde başlıca tekli doymamış yağ asidi (MUFA) olarak bulunmuştur (%16,47-24,13). Dokosaheksaenoik asit-DHA (22:6 n-3), linolenik asit (18:3 n-3), linoleik asit (18:2 n-6) ve eikosapentaenoik asit-EPA (20:5 n-3) çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) arasında en baskın olanlardır.

Dişi kas dokusundan ekstrakte edilen total lipitlerde SFA % 29,26- 35,75, MUFA % 22,17-37,48 arasında değişmiştir. PUFA yüzdesi, % 31,36-43,83 arasında bulunmuştur.

Genel olarak n-3 yağ asitleri yüzdeleri, n-6 yağ asitleri yüzdelerinden daha yüksek belirlenmiştir. Tüm mevsimlerde kas dokusundaki toplam lipitlerde PUFA içinde EPA (% 6,41-9,70) ve DHA (% 7,27-22,55) olmuştur. Çalışmada, balığın kas toplam lipitlerinde n-3/n-6 oranı; 2,79 - 5,34 arasında tespit edilmiştir. Dişi *S. trutta macrostigma*'nin kas dokusunda yağ asitleri; üreme, sıcaklık ve mevsime göre değişmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mevsimsel yağ asidi dağılımı, Munzur Nehri, *S. trutta macrostigma*

Seasonal variation on the fatty acid composition in the muscle tissue of female *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)

Abstract

In this study, seasonal variations on fatty acid composition in muscle tissue of female *Salmo trutta macrostigma* was investigated. Fatty acid composition of total lipid have been determined in female muscle tissues of fishes by gas chromatography using a mixture of standard. The total lipid content varied seasonally from 1.44 % to 1.90 % in *S. trutta macrostigma*. Total 18 different fatty acids were determined. Palmitic acid was identified as the major saturated fatty acid in all seasons. Oleic acid was the major MUFAs in all seasons (16.47-24.13%). Docosahexaenoic acid-DHA (22:6 n-3), linolenic acid (18:3 n-3), linoleic acid (18:2 n-6), and eicosapentaenoic acid-EPA (20:5 n-3) were found to be dominant fatty acids in polyunsaturated fatty acids (PUFAs).

The Σ SFA and Σ MUFA percentages of the total lipid extracted from muscle tissue of female fish ranged from 29.26 % to 35.75 % and from 22.17 % to 37.48 %, respectively. The Σ PUFA percentages was found between 31.36 % to 43.83 %.

Generally percentages of n-3 fatty acids were determined higher than percentages of n-6 fatty acids. The main constituents were EPA (6.41-9.70 %) and DHA (7.27-22.55 %) among PUFAs in the total lipid extracted from muscle tissue of all seasons. In this study, the n-3/n-6 ratio was determined to range from 2.79 to 5.34, for dorsal muscle in total lipids. The proportions of major fatty acids in tissue of female fish varied depending on reproduction period, temperature and season.

Key words: Seasonal fatty acid composition, Munzur River, *S. trutta macrostigma*,

GİRİŞ

S. trutta macrostigma, denizden yüksekliği 100–150 m ile 2300 m arasında değişen ve yaz mevsiminde su sıcaklığının 20°C'ye kadar yükselebildiği habitatlarda dağılım gösterir (Yüksel ve ark., 2020a, Yüksel ve ark., 2020b). Yumurtlama dönemleri aralık-şubat dönemleridir. Bu balık türleri karnivordur, besinlerini çoğunlukla akuatik böcekler oluşturur.

Bu tür, lezzetiyle ekonomik bir değer oluşturduğu gibi turizm için de önemli bir potansiyel oluşturmaktadır.

Başta alabalık olmak üzere balık eti, besinsel bileşenlerinin zengin olması nedeniyle, insanların hayvansal protein gereksinimlerinin karşılanmasında önemli besin kaynağıdır (Justi ve ark., 2003). Balık etinin lezzetli olması, yapısındaki yağlardan ve yağ asitlerinden kaynaklanır (Turan ve ark., 2006). Balıkların önemli biyokimyasal bileşenleri olan yağlar, insan organizması için gerekli öğelerden biridir (Akpınar, 1986). Ayrıca balık; önemli bir hayvansal protein kaynağıdır (esansiyel amino asitler bakımından zengindir). Proteinler insan vücudunun gelişimi, büyümesi ve yıpranmış dokuların onarımı için önemlidir (Mohanty, 2015). Balıklar; selenyum, demir, iyot, kalsiyum, A, D ve B12 gibi temel vitaminleri ile mineralleri içerir (Kaya ev ark., 2004; Wine ve ark., 2012). Bu vitamin ve mineraller; vücudun tüm bölgelerine oksijen taşınması için, güçlü kemikler, normal görme ve sinir sistemi için gereklidir. Balık ve balık yağları, besin zincirindeki fitoplankton ve deniz yosunundan kaynaklanan EPA ve DHA gibi n-3 yağ asitlerini içerir (Sushchik ve ark., 2007).

Balık yağlarının; çocukluk çağı astımı, kardiyovasküler hastalık, hipertansiyon, Alzheimer hastalığı ve duyu durum bozukluklarını önlemeye yardımcı olduğu iddia edilmektedir (Haliloğlu, 2001; Haliloğlu ve ark., 2002; Aras ve ark., 2003a, b).

Balık türleri arasında; besinin bulunup bulunmaması, mevsim, ter, cinsiyet, diyet ve yaş gibi faktörlere bağlı olarak yağ ve yağ asidi bileşiminde değişimler olacağı bir çok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Sargent, 1995; (Shirai ve ark., 2002; Kaushik ve ark., 2006).

Lipid ve yağ asidi bileşiminin balık dokuları arasında bile değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Balıkların insan beslenmesinde kullanılan ana kısmı genellikle kastır. Bu nedenle, doğal ekosistemlerinde yaşayan balıkların kas ya da diğer dokuların yağ asidi profillerinin analizi değerli bilgiler verebilir (Rodriguez ve ark., 2004).

Tatlısu ve deniz balıkları arasında yağ asidi bileşimi açısından da farklılıklar vardır. Tatlı su balıkları genellikle deniz balıklarından daha düşük seviyede n-3 PUFA içerdiği kabul edilir. Ancak tatlı su balıklarında, zincir uzaması ve desaturasyon süreçleri deniz balıklarına oranla daha etkindir. Böylece tatlı su balıkları besin değeri yüksek bir gıdaya dönüşebilir (Jankowska ve ark., 2003).

Çalışmamızda gonad gelişimi ve yumurtlama nedeniyle biyokimyasal bileşimdeki değişikliklere daha yatkın olduğundan dişi balıklar kullanılmıştır. Bu alabalık türü üzerinde çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Güler ve ark., 2017; Antao-Geraldes ve ark., 2018; erdem ve ark., 2020; Kaçar ve ark., 2021). Fakat Munzur Nehri'nden dişi *S. trutta macrostigma*'nın kas dokusundaki yağ asidi kompozisyonunun mevsimsel değişikliklerin etkileri hakkında çalışma yoktur.

Bu çalışmada; Munzur Nehri'nden toplanan *S. trutta macrostigma*'nın kas dokusu yağ asitlerinin mevsimsel içeriğinin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, dişi *S. t. macrostigma*, Munzur Nehri'nden kasım 2009 ile eylül 2010 arasında iki ayda bir toplanmıştır. Çalışma alanının coğrafi koordinatları: 39° 21' 67" Kuzey ve 39° 13' 55" Doğu.

Üç dişi balığın, sırt yüzgeçleri ile yan hat (linea lateral) arasındaki bölgeden deri yüzüldükten sonra 2 gr kas örnekleri alınmıştır. Alınan kas dokusu kloroform-metanol (2:1 v/v) karışımında yüksek devirli IKA marka (Alman) homojenizatörde Folch ve ark., (1957) ekstrakte edilmiştir. Yağ asitleri, Stanley-Samuelson ve Dadd (1983) tarafından açıklanan prosedüre transesterifiye edilmiştir. Yağ asidi metil esterlerinin ayrılması ve miktarlarının tayini için FID dedektörlü gaz kromatografi cihazı (HP 6890) kullanılmıştır. Kromatografik koşullar: başlangıç kolon sıcaklığı: 130 °C, bekleme süresi, 1 dakika; 170 °C'ye 6.5 °C/dakika; 215 °C'ye 2.75

Research article/Araştırma makalesi
 DOI: 10.29132/ijpas.863245

$^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$, bekleme süresi 12 dakika; 230°C 'ye $40^{\circ}\text{C}/\text{dakika}$ olacak şekilde programlanmıştır. Dedektör ve enjektör sıcaklığı sırasıyla: 280°C ve 270°C . Helyum, hidrojen ve kuru hava kullanıldı. Yağ asitlerinin alıkonma süreleri, standart olarak yağ asitlerinin metil esterleri karışımı (Sigma-Aldrich Chemicals) ile karşılaştırılarak belirlendi. Yağ asitleri yüzdelерinin karşılaştırılmasında SPSS 16 bilgisayar programı uygulanmıştır. Yağ asidi yüzdeleri arasındaki farklılıklar tek yönlü Anova ile analiz edildi.

Farklılıklar TUKEY HSD testi ile saptanmıştır. İstatistikler farklar, $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı kabul edilmiştir.

10.12.2009/ 1 no'lu kararı ile Dicle Üniversitesi'nden Etik Kurul Onayı alınmıştır.

Çalışmamızda bütün veriler üç tekrarin ortalamasından elde edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Dişi alabalıkların lipid içeriği Tablo 1'de sunulmuştur. Dişi *S. trutta macrostigma*'nın total lipid içeriği sırasıyla Kasım, Ocak, Nisan, Haziran, Temmuz ve Ekim aylarında; %1,44, %1,79, %1,90, %1,70, %1,60, %1,90 olarak bulunmuştur.

Alabalıklarda lipid oranının %1,0 ile %4,5 arasında olduğu belirtilmiştir (Blanchet ve ark., 2005, Kaushik ve ark., 2006). *S. trutta farma fario*'nun doğal olanlarında %2,80 kültürlerde ise %3,62 olarak belirlenmiştir (Erdem 2006). Portekiz'de *S. trutta* üzerinde yapılan bir çalışmada total lipid içeriğinin doğal olan balıklarda %0,65, kültür olan

balıklarda ise %1,55 olduğu saptanmıştır (Antao-Geraldes ve ark., 2018).

Üreme döneminde lipidler ve proteinler kastan gonadlara aktarılır (Love, 1970). Ayrıca balıkların enerji kaynağı olarak karbonhidratlardan ziyade lipidleri tercih ettikleri ve cinsel olgunlaşma sırasında bunlara ihtiyaç duydukları bilinmektedir (Bayır ve ark., 2010).

Total lipid oranının üreme zamanından, sıcaklık ve mevsim ve besin miktarından etkilendiği bilinmektedir.

Dişi balıkların kas dokusunda tüm mevsimlerde; 16:0 ve 18:0, 18:1n-9 ve 16:1n-7, 22:6n-3 ve 20:5n-3 en fazla tespit edilen yağ asitleridir. Alabalıkların ΣSFA değerleri %29,26-35,75 arasında bulunmuştur. ΣSFA 'ların çoğunu 16:0 (%19,85-24,99) yağ asidi oluşturmaktadır. Bu çalışmada dişi alabalığın kas dokusunda ana SFA olarak 16:0'dır. Doymuş yağ asitleri içinde en fazla bulunan yağ asidi, 16:0'dan sonra 18:0 (%4,95-5,78)'dir.

Alabalıkların ΣMUFA miktarı %22,17 (Nisan)-%37,48 (Haziran), olarak tespit edilmiştir. MUFA'lar içerisinde; 18:1n-9 (%16,47-24,13) ve 16:1n-7 (%3,43-8,85) yüzde dağılımda en fazla bulunan yağ asitleri olmuştur. Alabalıkların ΣPUFA miktarı %31,36 (Haziran)-%47,23 (Nisan), arasında olduğu belirlenmiştir. Nisan ayında, 22:6n-3 ve 20:5n-3 ve ΣPUFA oranının en fazla olduğu belirlenmiştir. EPA ve DHA miktarı %6,41-9,70, %7,27-22,55 arasında bulunmuştur. N-3/n-6 oranı da, 2,79 (Ekim)-5,34 (Nisan) olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Dişi *S. trutta macrostigma*'nın ortalama boy (cm), ağırlık (gr) ve yaş ağırlığa göre kas total lipid yüzdeleri

	Kasım (2009)	Ocak (2010)	Nisan (2010)	Haziran (2010)	Temmuz (2010)	Ekim (2010)
Boy(cm) (ORT \pm S.H)	25 \pm 0.14a	37 \pm 0.13b	28 \pm 0.08ac	30 \pm 0.21c	19,4 \pm 0.11d	26,3 \pm 0.16ac
Ağırlık (gr) (ORT \pm S.H)	179 \pm 0.44a	578 \pm 1.00b	222 \pm 0.65c	308 \pm 0.55d	97,5 \pm 0.16e	198 \pm 0.41a
Yaş ağırlığa göre kastaki total lipid % (ORT \pm S.H)	1,44 \pm 0.44a	1,79 \pm 0.41b	1,90 \pm 0.35b	1,70 \pm 0.29b	1,60 \pm 0.24ab	1,90 \pm 0.54b

Aynı satırda aynı harfle belirtilen veriler birbirinden farklı değildir ($P > 0.05$)

Tablo 2. Dişi *S. trutta macrostigma*'nın kasında bulunan yağ asidi yüzdelерinin aylara göre değişimi

Yağ Asidi	Kasım(2009)	Ocak(2010)	Nisan(2010)	Haziran(2010)	Temmuz(2010)	Ekim(2010)
12:0 ^s	0,62 \pm 0.008a	0,16 \pm 0.02b	0,21 \pm 0.03b	0,26 \pm 0.01b	0,49 \pm 0.023c	-

Research article/Araştırma makalesi
 DOI: 10.29132/ijpas.863245

13:0	-	-	-	0,89±0.03	-	-
14:0	2,97±0.21a	1,45±0.27b	1,61±0.26b	3,50±0.21c	3,15±0.21ac	2,24±0.11a
15:0	1,03±0.04a	0,46±0.05b	0,36±0.06b	0,16±0.10c	0,19±0.04c	0,28±0.07bc
16:0	24,70±0.27a	24,80±0.42a	22,08±0.25b	19,85±0.13b	24,99±0.64a	21,16±0.58ab
17:0	1,06±0.05a	0,52±0.06b	0,49±0.08b	0,90±0.05a	0,90±0.05a	0,63±0.08ab
18:0	5,37±0.25a	5,51±0.29a	5,78±0.35b	5,29±0.21a	5,19±0.32a	4,95±0.31c
ΣS.F.A ***	35,75±0.82a	32,90±0.63b	30,53±0.70c	30,85±0.92c	34,91±0.98ab	29,26±0.66d
16:1 n-7	6,90±0.22a	3,43±0.12b	4,68±0.17c	8,47±0.31d	8,30±0.43d	8,85±0.29d
18:1 n-9	21,75±0.12a	19,43±0.20b	16,47±0.35c	24,13±0.53d	19,33±0.54b	23,71±0.87d
20:1 n-9	0,75±0.02a	0,33±0.01b	1,02±0.03a	4,88±0.09c	2,84±0.13d	1,54±0.16ad
ΣM.U.F.A.	29,40±0.62a	23,19±0.48b	22,17±0.43b	37,48±0.87c	30,47±0.65d	34,10±0.98cd
18:2 n-6	6,03±0.23a	4,71±0.17b	4,33±0.20b	4,46±0.12b	3,97±0.30c	6,90±0.35a
18:3 n-3	6,25±0.10a	3,55±0.15b	3,87±0.11b	6,68±0.12a	6,33±0.22a	9,80±0.18c
20:2 n-6	0,35±0.06a	0,34±0.02a	0,32±0.06a	0,26±0.03b	0,23±0.05b	0,48±0.13d
20:3 n-6	0,43±0.11a	0,47±0.02a	0,42±0.02a	0,22±0.12b	0,34±0.03ab	0,26±0.04b
20:4 n-6	1,43±0.24a	2,42±0.09b	2,37±0.15b	1,38±0.06a	1,85±0.09ab	1,71±0.15ab
20:5 n-3	7,10±0.13a	7,76±0.19a	9,70±0.42b	6,41±0.25c	8,29±0.27ab	6,73±0.17c
22:5 n-3	2,50±0.08a	3,31±0.06b	3,67±0.19b	2,33±0.08a	2,65±0.12a	2,34±0.11a
22:6 n-3	10,56±0.36a	21,27±0.32b	22,55±0.44b	9,62±0.91a	10,84±0.39a	7,27±0.33c
ΣP.U.F.A	34,65±0.95a	43,83±1.00b	47,23±0.96c	31,36±1.03d	34,50±0.97a	35,49±1.10a
n-3	26,41±0.40a	35,89±0.67b	39,79±0.58c	25,04±0.83a	28,11±0.62d	26,14±0.68a
n-6	8,24±0.16a	7,94±0.19a	7,44±0.42a	6,32±0.39b	6,39±0.26b	9,35±0.52c
n-3/n-6	3,20	4,52	5,34	3,96	4,39	2,79

*Her veri 3 tekrarin ortalamasidir.

§ her satırda aynı harflerle belirlenen veriler P>0.05 olasılık düzeyinde birbirinden farklı değildir.

S.H.: Standart hata

Balıkların kas total lipidindeki doymuş yağ asitleri, tekli doymamış yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitleri toplamının mevsime bağlı olarak farklılık gösterdiği görülmüştür. En fazla bulunan yağ asitleri, SFA'lerden 16:0 ve 18:0, MUFA'lerden 18:1n-9 ve 16:1n-7, PUFA'lerden ise EPA ve DHA'dır. Bu veri, daha önce farklı yerlerden alınan *S. trutta macrostigma* ve diğer tatlı su balıklarından elde edilenlere benzer olduğu görülmüştür (Aras ve ark., 2003a,b; Akpınar ve ark., 2009; Cengiz ve ark., 2010; Kaçar ve Başhan, 2016). Bu çalışmada, 16:0 temel SFA olarak belirlenmiştir. Diğer baskın SFA'lar her mevsimde de 18:0'dır. *S. trutta macrostigma* ile yapılan diğer çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Akpınar ve ark., 2009; Haliloğlu ve ark., 2005). Portekiz'de yapılan çalışmada palmitik asit, kültür balıklarında doğal balıklarına oranla daha yüksek bulunmuştur. Diğer baskın SFA olan 18:0 ise doğal alabalıklarında kültür balıklarına oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Antao-Geraldes ve ark., 2018).

Total SFA miktarının kasım ayında en fazla yüzdede olduğu saptanmıştır. ΣSFA ile 16:0 ve

18:0 asitleri miktarının üreme dönemi ve su sıcaklığından fazla oranda etkilenmediği belirlenmiştir. Total SFA'lar içinde en fazla 16:0 yağ asidi bulunmuştur ve ΣSFA miktarının 16:0'daki farklılıklardan etkilendiği görülmüştür. 16:0 miktarında, mevsime bağlı önemli değişimler olmadığı belirlenmiştir. Bu da 16:0'ın miktarının besinden etkilenmediğini gösterir (Ackman ve ark., 1975; Ackman ve Takeuchi, 1986; Kayhan ve ark., 2015). Aynı türün erkek bireyleri üzerinde yapılan çalışmada; SFA'ların çoğunu 16:0 oluşturmuştur ve SFA miktarının da 16:0'ın değişimlerden etkilendiği saptanmıştır (Kaçar ve ark., 2021). Gezende Baraj Gölü'nden toplanan *S. trutta macrostigma*'da total SFA %28,38 olup (Güler ve ark., 2017) çalışmamızdaki sonuçlara yakın olduğu görülmüştür.

En düşük ΣMUFA nisan ayında, en yüksek ΣMUFA haziran ayında belirlenmiştir. En fazla bulunan tekli doymamış yağ asitleri 18:1n-9 ve 16:1n-7 yağ asitleridir. Tablo 2'de görüldüğü gibi 18:1n-9 her mevsimde de başlıca MUFA olarak bulundu. Oleik asit, balıklarda karakteristik tekli doymamış yağ asididir (Steffens, 1997). Aynı

Research article/Araştırma makalesi
 DOI: 10.29132/ijpas.863245

türün erkek balıklarında yapılan çalışmada da; Σ MUFA'da, 16:1n-7 ve 18:1n-9 fazla olduğu belirlenmiştir (Kaçar ve ark., 2021). Gökkuşluğu alabalığı ile yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar belirlenmiştir (Haliloğlu ve ark., 2004, Görgün ve Akpınar 2007). Gezende Baraj Gölü'nden toplanan *S. trutta macrostigma*'da MUFA %26,84 bulunmuş (Güler ve ark., 2017) ve çalışmamızda kasım ile ocak aylarındaki sonuçlara yakın olduğu belirlenmiştir.

Diğer alabalıklar üzerinde yapılan çalışmalarda da belirlendiği gibi n-6 yağ asitlerinden en fazla bulunan 18:2n-6'dır (Aras ve ark., 2003a,b; Akpınar ve ark., 2009; Kalyoncu ve ark., 2010; Kaçar ve ark., 2021). Bu bileşen sonbahar döneminde artmıştır. Linolenik asit miktarı en fazla ekim ayında, en düşük ise üreme dönemi olan ocak ayında belirlenmiştir. Aynı türün erkek bireylerinde ise üreme dönemi olan ocak ayında diğer aylara oranla oldukça yüksek bulunmuştur (Kaçar ve ark., 2021). DHA tüm mevsimlerde en fazla bulunan n-3 yağ asididir. DHA'nın ekim ayında en düşük seviyede olduğu, nisan ayında ise en yüksek seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca her dönemde DHA'nın EPA'dan fazla olduğu belirlenmiştir. Erkek *S. trutta macrostigma* ile yapılan çalışmada (Kaçar ve ark., 2021) bu çalışmada olduğu gibi dişi *S. trutta macrostigma*'nın DHA oranı nisan ayında ise en yüksek seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Bir diğer benzer bulgu da, her dönemde DHA miktarının EPA miktarından fazla olmasıdır. Bu bulgulara dayanarak *S. trutta macrostigma*'nın EPA ve DHA'nın iyi bir kaynağı olduğu ve insan beslenmesinde önemli olduğu söylenebilir. Daha önce yapılan çalışmalarda içlerinde *S. trutta macrostigma*'nın da bulunduğu farklı alabalık türü incelenmiş ve en çok bulunan n-3 yağ asitlerinin DHA ve EPA olduğu saptanmıştır (Haliloğlu ve ark., 2002; Aras ve ark., 2003a, b; Görgün ve Akpınar, 2007; Kaya ve Erdem, 2009; Kalyoncu ve ark., 2010). *S. trutta macrostigma* üzerinde yapılan başka bir çalışmada (Güler ve ark., 2017) total PUFA oranı %44,77 bulunup çalışmamızda ocak ayındaki değere yakın bir değer olduğu görülmüştür. Doğal balıklardaki DHA, EPA ve AA oranının kültür balıklarına oranla yüksek olması doğal ve ticari besin farklılığından kaynaklı olabilir (Antao-Geraldes ve ark., 2018). Bu PUFA'lar, kültür balıklarının diyetlerinde fitoplankton ve

sucul organizmalardan kaynaklanan lipidlerin eksikliğinden dolayı genellikle doğal balıklarından daha düşüktür (Ackman ve Takeuchi, 1986; Soumela ve ark., 2016). Doğal alabalıklar, larva ve yetişkin böceklerin yanı sıra kabuklular, annelidler ve gastropod ile bazen diğer balıklardan oluşan geniş bir etçil beslenmeye sahiptir. Ayrıca doğal kahverengi alabalıkların beslenme davranışı, yaş ve mevsimsel av bolluğu ile doğrudan ilişkilidir (Dal Bosco ve ark., 2013). Çalışmamızda dişi balıkların DHA miktarı üreme dönemi olan ocak ayında fazla iken aynı türün erkek balıklarıyla yapılan çalışmada (Kaçar ve ark., 2021) üreme dönemi olan ocak ayında önemli ölçüde düşük bulunmuş olması, gonat olgunlaşmasının başlamasıyla kaslardaki DHA'nın gonatlara taşınmış olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Jeong ve ark., 2002).

Balıklarda; n-3/n-6 oranının farklı olması balığın beslenmesine, mevsime, toplandığı bölgeye, eşeyssel olgunluğuna, çevre koşulları gibi faktörlere bağlıdır (Kayhan ve ark., 2015). Dişi bireylerde yıl içerisinde n-3 yağ asitlerinin n-6 yağ asitlerinden daha fazla değişime uğradığı ve her mevsimde n-3 PUFA miktarının n-6 PUFA'lardan yüksek olduğu belirlenmiştir. N-3/n-6 oranı, 2.79-5.34 bulunmuştur. Analiz sonucunda dişi *S. trutta macrostigma* n-3/n-6 oranının birçok tatlı su balığına oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır (Haliloğlu ve ark., 2002; Çelik ve Gökçe, 2003; Güler ve ark., 2007).

SONUÇ

İncelediğimiz balıklarda özellikle DHA oranının yüksek olması, bu balıkların besinsel olarak değerli olduklarını göstermektedir. Ayrıca çalışmamızda EPA ile linoleik asit içeriğinin de zengin olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak; örneklerimizin kas total lipid kalitatif yağ asidi içeriğinin, daha önce çalışılan diğer tatlı su balıklarına benzediğini, kantitatif içeriğin ise balıklarda farklı olduğunu söyleyebiliriz. Bunun başlıca nedenleri; besin, sıcaklık, balığın yakalandığı lokalite veya coğrafik bölge gibi faktörler olabilir.

Teşekkür: Bu çalışma Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 09-FF-48 no'lu proje ile desteklenmiştir. Çalışma yüksek lisans tezinin bir kısmını içermektedir.

KAYNAKLAR

References

- Ackman, R.G. Eaton, C.A. ve Linne, B.A. (1975). Differentiation of freshwater characteristics of fatty acids in marine specimens of the Atlantic Sturgeon (*Acipenser oxyrhynchus*). Fishery Bulletin, 73, 83.
- Ackman, R.G. ve Takeuchi, T. (1986). Comparison of fatty acids and lipids of smolting hatchery-fed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). Lipids, 21, 117-120.
- Akpınar, M.A. (1986). *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)'nın karaciğer ve kasındaki total lipit ve total yağ asidinin mevsimsel değişimi. C.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, 4,33-42.
- Akpınar, M.A. Görgün, S. ve Akpınar, A.E. (2009). A comparative analysis of the fatty acid profiles in the liver and muscles of male and female *Salmo trutta macrostigma*. Food Chemistry, 112, 6-8.
- Antao-Geraldes, A. M. Hungulo, S.R. Pereira, E. Teixeira, A. Ve Rodrigues, S. (2018). Body composition and sensory quality of wild and farmed brown-trout (*Salmo trutta*) and farmed rainbow-trout (*Oncorhynchus mykiss*). Ciencia rural, 48(9).
- Aras, N.M. Haliloğlu, H.I. Ayık, Ö. ve Yetim, H. (2003a). Comparison of fatty acid profiles of different tissues of mature trout (*Salmo trutta labrax*, Pallas, 1811) caught from Kazandere Creek in the Çoruh Region, Erzurum, Turkey. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 27, 311-316.
- Aras, N.M. Haliloğlu, H.İ. Bayı, A. Atamanalp, M. ve Sirkecioğlu, A.N. (2003b). 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 Science, 27, 887-892.
- Bayır, A., Sirkecioğlu, A.N., Aras, N.M., Aksakal, E., Haliloglu, H.I. ve Bayır, M. (2010). Fatty acids of neutral and phospholipids of three endangered trout: *Salmo trutta caspius* Kessler, *Salmo trutta labrax* Pallas and *Salmo trutta macrostigma* Dumeril. Food Chemistry, 119,1050- 1056.
- Blanchet, C., Lucas, M., Julien, P., Morin, R., Gingras, S. ve Dewailly, E. (2005). Fatty acid composition of wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Lipids, 40, 529-531.
- Cengiz, E.İ. Ünlü, E. ve Başhan, M. (2010). Fatty acid composition of total lipids in muscle tissues of nine freshwater fish from the River Tigris (Turkey). Turkish Journal of Biology, 34, 433-438.
- Çelik, M. ve Gökçe, M.A. (2003). Çukurova (Adana) Bölgesinden beş ayrı *Tilapia* türünün yağ asidi içeriklerinin tespiti. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 27 (1), 75-79.
- Dal Bosco, A. Mugnai, C. Roscini, V. Ve Castellini, C. (2013). Fillet fatty acid composition, estimated indexes of lipid metabolism and oxidative status of wild and farmed brown trout (*Salmo trutta* L.) Italian Journal of Food Science, 25(1), 83-89.
- Folch, J. Lees, M. ve Stanley, A. (1957). Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. The Journal of Biological Chemistry, 226, 497-509.
- Erdem, M.E. (2006). Doğu Karadeniz Bölgesinde doğadan avlanan ve yetiştiriciliği yapılan dere alabalığının (*Salmo trutta forma fario* Linnaeus, 1758) et kalitesinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Ondokuz Mayıs Ün. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, Samsun.
- Erdem, Ö.A. Alkan, B. ve Dinçer, M.T. (2020). Comparison on nutritional properties of wild and cultured brown trout and Atlantic salmon. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37 (1), 37-41.
- Geldiay, R. ve Balık, S. (1996). Türkiye tatlı su balıkları, Ege Ün. Su Ürün. Fak. Yayın No: 46. Ders Kitabı. Dizin No: 16, Ege Ün. Basımevi, Bornova, İzmir.
- Görgün, S. ve Akpınar, M.A. (2007). Liver and muscle fatty acid composition of mature and immature Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed two different diets. Journal of Muscle Foods, 62 (3), 351-355.
- Gunstone, F. (1996). Fatty Acid and Lipid Chemistry. Blackie Acad. Prof. London, U.K.
- Güler, G.O. Aktümsek, A. Çitil, O.B. Arslan, A. ve Torlak, E. (2007). Seasonal variations on total fatty acid composition of filets of Zander (*Sander lucioperca*) in Beyşehir Lake (Turkey). Food Chemistry, 103, 1241-1246.
- Güler, G.O. Zengin, G. Çakmak, Y.S. ve Aktümsek, A. (2017). Comparison of fatty acid composition and $\omega 3/\omega 6$ ratios of wild Brown trout and cultured rainbow trout. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 17, 1179-1187.
- Haliloğlu, H.I. (2001). Farklı işletmelerde yetiştirilen Gökkuşluğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) adipoz, gonad, karaciğer, kas dokuları yağ asidi profillerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü Su ürünleri A.B.D, Erzurum.
- Haliloğlu, H.I. Aras, N.M. ve Yetim, H. (2002). Comparison of muscle fatty acids of three trout

- species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) raised under the same conditions. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 26, 1097-1102.
- Haliloğlu, H.İ. Bayır, A. Sirkecioğlu, A.N. Aras, N.M. ve Atamanalp, M. (2004). Comparison of fatty acid composition in some tissues of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. Food Chemistry, 86, 55-59.
- Haliloğlu, H.İ. Bayır, A. Sirkecioğlu, A.N. ve Aras, N.M. (2005). Fatty acid profiles of different tissues in mature trout (*Salmo trutta macrostigma*) from Pular Creek in Karasu Region, Turkey. Journal of Applied Animal Research, 27(2), 81-84.
- Jankowska, B. Zakes, Z. Zmijewski, T. ve Szczepkowski, M. (2003). A comparison of selected quality features of the tissue and slaughter yield of wild and cultivated pikeperch Sander lucioperca (L). European Food Research and Technology, 217, 401-405.
- Jeong, B.Y. Jeong, W.G. Moon, S.K. ve Ohshima, T. (2002). Preferential accumulation of fatty acids in the testis and ovary of cultured and wild sweet smelt *Plecoglossus altivelis*. Comparative Biochemistry and Physiology, 131, 251-259.
- Justi, K.C. Hayashi, C. Visentainer, J.V. de Souza, N.E. ve Matusushita, M. (2003). The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids, Food Chemistry, 80, 489-493.
- Kaçar, S. ve Başhan, M. (2016). Comparison of lipid contents and fatty acid profiles of freshwater fish from the Atatürk Dam Lake. Turkish Journal of Biochemistry, 41(3), 150-156.
- Kaçar, S. Kayhan, H. ve Başhan, M. (2021). Seasonal effects of the fatty acid composition of phospholipid and triacylglycerol in muscle and liver of male *Salmo trutta macrostigma*. Grasas y Aceites. 72 (4), e435.
- Kalyoncu, L. Yaman, Y. ve Aktumsek, A. (2010). Determination of the seasonal changes on the total fatty acid composition of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* in Ivriç Dam Lake, Turkey. African Journal of Biotechnology, 9(30), 4783-4787.
- Kaushik, S.J. Corraze, G. Radunz-Neto, J. Larroquet, L. ve Dumas, J. (2006). Fatty acid profiles of Wild Brown Trout and Atlantic Salmon Juveniles in the Nivelles basin. Journal of Fish Biology, 68, 1376-1387.
- Kaya, Y. Duyar, H.A. ve Erdem, M.E. (2004). Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 21(3-4), 365-370.
- Kaya, Y. ve 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 Science and Nutrition, 60, 413-423.
- Kayhan, H., Başhan, M. ve Kaçar, S. (2015). Seasonal variations in the fatty acid composition of phospholipids and triacylglycerols of brown trout. European Journal of Lipid Science and Technology, 117(5), 738-744.
- Love, M. (1970). The Chemical Biology of Fishes. Academic Press, 547p. New York.
- Mohanty, B.P. (2015). Nutritional value of food fish. Conspectus of Inland Fisheries Management, 4, 15-21.
- Rodriguez, C. Acosta, C. Badia, P. Cejas, J.R. Santamaria, F.J. ve Lorenzo, A. (2004). Assessment of lipid and essential fatty acids requirements of black seabream (*Spondyliosoma cantharus*) by comparison of lipid composition in muscle and liver of wild and captive adult fish. Comparative Biochemistry and Physiology, 139 (B), 619-629.
- Sargent, J.R. (1995). Origins and Function of Lipids in Eggs. In: Bromage, N.R., Roberts, R.J. (Eds.), Broodstock Management and Egg and Larval Quality, Blackwell, Oxford, 353-372.
- Shirai, N. Terayama, M. ve Takeda, H. (2002). Effect of season on the fatty acid composition and free amino acid content of the Sardine *Sardinops melanostictus*. Comparative Biochemistry and Physiology, 131, 387-393.
- Stanley-Samuelson, D.W. ve Dadd, R.H. (1983). Long-chain polyunsaturated fatty acids: patterns of occurrence in insects. Journal of Food Science and Technology, 13, 549-558.
- Steffens, W. (1997). Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. Aquaculture, 151(1-4), 97-119.
- Suomela, J.P. Lunden, S. Kaimainen, M. Mattila, S. Kallio, H. ve Airaksinen, S. (2016). Effects of origin and season on the lipids and sensory quality of European White fish (*Coregonus lavaretus*). Food Chemistry, 197, 1031-1037.
- Sushchik, N.N. Gladyshev, M.I. ve Kalachova, G.S. (2007). Seasonal dynamics of fatty acid content of a common food fish from the Yenisei River, Siberian grayling, *Thymallus arcticus*. Food Chemistry, 104 (4), 1353-1358.

Research article/Araştırma makalesi
DOI: 10.29132/ijpas.863245

- Turan, H. Kaya, Y. ve Sönmez, G. (2006). Balık etinin besin değeri ve insan sağlığındaki yeri. E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 23 (1/3), 505-508.
- Wine, O. Osornio-Vargas, A.R. ve Buka, I.S. (2012). Fish consumption by children in Canada. Review of evidence, challenges and future goals. Paediatrics and Child Health, 17(5), 241-245.
- Yüksel, F. Karlıkaya, E. ve Çoban, M. (2020a). Munzur Nehri'nde Yaşayan *Salmo macrostigma* (Dumeril, 1858)'nın Morfometrik ve Meristik Özelliklerinin İncelenmesi. International Journal of Pure and Applied Sciences, 6 (2), 77-86.
- Yüksel, F. Makal, F. ve Çoban, M. (2020b). Munzur Nehri'ndeki *Salmo macrostigma* (Dumeril, 1858)'nın Bazı Büyüme Parametrelerinin Tahmini. International Journal of Pure and Applied Sciences, 6 (2), 87-98.