

## Menzelet Baraj Gölü'nde Yaşayan *Silurus glanis* (Linnaeus, 1766) Balıklarının Karaciğer Dokusu Yağ Asidi Bileşiminin Tespiti

Muhammed İĞDE<sup>1</sup>, Şerif TAŞDEMİR<sup>1</sup>, Emel DIRAZ<sup>1</sup>, Hakan GÜNEŞ<sup>1</sup>, Selim KISIMLAR<sup>1</sup>

**ÖZET:** *Silurus glanis* (yayın balığı), Siluridae familyasına ait olup, eti kemiksiz, lezzetli, yüksek protein içeren ekonomik öneme sahip balıklardandır. Özellikle kalp hastalıklarının ve kolesterolün tedavisinde, çocuklarda zekâ ve bedensel gelişimin desteklenmesinde balık yağları önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada Kahramanmaraş Menzelet Baraj Gölü'nden yakalanan *Silurus glanis*'in dişi ve erkek bireylerinin karaciğer dokularındaki yağ asitlerinin mevsimsel değişimi GC-FID cihazı ile tespit edilmiştir. Toplam doymuş yağ asidi (SFA) oranı en yüksek kış mevsiminde dişi bireylerde tespit edilirken (% 60.62), toplam tekli doymamış yağ asidi (MUFA) en fazla ilkbaharda erkek bireylerde (% 50.58), toplam PUFA oranı ise en fazla sonbaharda dişi bireylerde (% 26.40) tespit edilmiştir. Beslenmede oldukça büyük öneme sahip olan omega-3/omega-6 oranı en yüksek kış mevsiminde dişi bireylerde 0.94-5.17 oranında saptanmıştır. Omega-3 ve omega-6 yönünden zengin olan *Silurus glanis*'in diyetteki alımının artırılması ve sonbahar ile kış mevsimlerinde tüketilmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kahramanmaraş, karaciğer, Menzelet Barajı, *Silurus glanis*, yağ asidi

## Determination of Fatty Acid Composition in Liver Tissue of *Silurus glanis* (Linnaeus, 1766 ) Living in the Menzelet Dam Lake

**ABSTRACT:** *Silurus glanis* (Catfish), belonging to Siluridae family, has economically importance with bone-free meat, highly tasty and high protein content. Especially, fish oils play an important role in the treatment of heart diseases, cholesterol, supporting mental and physical development of children. In this study, male and female members of *Silurus glanis* samples were provide from the Kahramanmaraş Menzelet Dam Lake and changes in fatty acid composition of liver tissues were determined by GC-FID device according to the seasons and sexual. Total saturated fatty acid (SFA) ratios were detected as the highest (60.62%) in the winter female members. Total monounsaturated fatty acid (MUFA) was detected as highest (50.58%) in male individuals at spring, while the total PUFA ratio (26.40%) was determined in female individuals in the fall. Omega-3/omega-6 has a very great importance in the diet; female individuals had the highest ratio between the 0.94-5.17 in the winter. *Silurus glanis* is recommended for dietary intake because of rich omega-3 and omega-6 and consumed in fall and winter seasons.

**Key words:** Kahramanmaraş, liver, Menzelet Dam Lake, *Silurus glanis*, fatty acid

<sup>1</sup> Üniversite, Kahramanmaraş Sütcü İmam Üniversitesi, Biyoloji, Kahramanmaraş, Türkiye  
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Şerif TAŞDEMİR, sheriftasdemir@gmail.com

## GİRİŞ

Su ürünlerinin büyük bir kısmını oluşturan tatlı su ve deniz balıkları insanların beslenmesinde büyük önem taşımaktadır. Bu kadar büyük öneme sahip besin kaynaklarından yararlanabilmek için besin değerlerinin çok iyi araştırılması gerekmektedir (Algan, 2009).

Ülkemiz, doğal gölleri, akarsuları lagün ve baraj gölleri yönünden oldukça geniş bir potansiyele sahiptir. Ayrıca balık çeşitliliği açısından da son derece zengindir (Karaton ve İnanlı, 2011). Türkiye iç sularında toplam 31 familya ve 104 cins kapsamında 368 türe ait tatlı su balığı türünün yayılış gösterdiği bilinmektedir (Çiçek ve ark., 2015). *Silurus glanis* L. Siluridae familyasının Türkiye’de dağılım gösteren iki türünden biridir. Ülkemizde yayın balığı olarak isimlendirilmekte olup, Avrupa ile Asya tatlı sularında yaygın bir dağılım gösterir. Ülkemizde Sapanca, İznik, Terkos ve İç Anadolu’nun pek çok göl ve baraj göllerinde, Meriç, Kızılırmak, Sakarya, Fırat, Ceyhan, Seyhan nehirleri ile Büyük ve Küçük Menderes, Porsuk, Melen ve Karasu Çayı’nda, Kura ve Aras Nehirleri’nde, Manyas, Apolyont, İznik, Gölcük (Ödemiş), Çıldır ve Gölhisar göllerinde, Adıyaman-Gölbaşı’nda bulunan üç gölde (Gölbaşı, Azaplı, Çelik) bulunmaktadır (Sarıhan ve Tekelioğlu, 2005; Geldiay ve Balık, 2009; Alp ve ark., 2011). Diğer türü *Silurus triostegus* (Heckel, 1843) ise sadece Fırat ve Dicle Nehir sisteminde bulunur ve bu bölge için endemiktir. Yapılan çalışmalarda *Silurus glanis*’in dağılımı, büyüme parametreleri, boy-ağırlık ilişkileri ve üreme biyolojisi gibi konular araştırılmıştır (Alp ve ark., 2004; Alp ve ark., 2011).

*Silurus glanis* tatlısu balıkları arasındaki büyük boylu balıklardan biridir. Çok hızlı büyümeleriyle bilinen *Silurus glanis* bireylerinin bugüne kadar kayıt altına alınan en büyük örneğinin total boyu 5 m, toplam ağırlığı ise 306 kg’dır (Copp et al., 2009). *Silurus glanis* bireyleri genellikle zemini yumuşak toprak veya balçıktan oluşmuş göllerde ve akarsuların durgun akan zonlarında yaşayan tipik bir zemin balığıdır (Geldiay ve Balık, 2009). TÜİK verilerine göre 2010-2015 yılları arasında ülkemizde avlanan yayın balığı miktarı 1178-549 ton arasında

değişirken, Kahramanmaraş’ta 149-75 ton arasında avlanma gerçekleşmiştir. Yayın balığının hal fiyatı ortalama 8-10 t lı değerinde piyasada satılmaktadır (Tuik, 2017). Su ürünleri yüksek protein içeriği, doymamış yağ asitleri ve esansiyel aminoasitleri yüksek oranda bulundurması sebebiyle önemli bir besin kaynağı grubunu oluşturmaktadır (Tekinşen ve Gökmen, 2007).

Balıklarda yağlar karaciğer ve kaslarda depo edilmektedir. Yağların organizmalar için gerekliliği yapısında bulunan aşırı doymamış yağ asitlerinden kaynaklanmaktadır (Tapiero et al., 2002). Yağ asitleri doymuş ve doymamış yağ asitleri; doymamış yağ asitleri de tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ile çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) olmak üzere ikiye ayrılırlar. PUFA’lar  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 olmak üzere iki alt gruptan oluşmaktadır.  $\omega$ -6 PUFA’lar, genellikle bitkisel yağlarda bulunan linoleik asit ve bunun türevleri olan gama-linoleik asit ve araşidonik asitlerdir.  $\omega$ -3 PUFA’lar ise  $\alpha$ -linoleik asit ve bunun türevleri olanekosapentanoik asit ve dokosahekzanoik asittir (Taşçı, 2005). İnsanlar ve hayvanlar  $\omega$ -3 yağ asitlerinden, EPA (Eikosapentaenoik asit) ve DHA(Dokosahekzanoik asit)’yı sentezleyemezler. Bu nedenle diyet ile alınmaları gereklidir. (Deslypere, 1990; Gordon and Ratliff, 1992). Bu yağ asitlerinin kanser, felç, enflamatuvar bozukluklar ve kalp-damar hastalıklarını içine alan hastalıkları önlemede anahtar rol oynadıkları da bildirilmektedir. Greenland Eskimolarında tükettikleri yağlı balıklardan dolayı kalp krizi riskinin çok düşük olduğu gözlemlenmiştir (Gogus and Smith, 2010; Wassell et al, 2010). Balıklar bu esansiyel yağ asitleri içeriği bakımından oldukça zengindir. Böylece balık tüketimi insan diyetinin önemli unsurlarından birisidir. Bu nedenle balıkların içerdiği yağ asidi bileşenleri, bu bileşenlerin hangi şartlarda ve hangi mevsimlerde içeriğinin nasıl ve ne derece de değiştiği araştırılmaktadır. Ülkemizde dağılım gösteren *Silurus glanis* ve diğer balık türlerinin yağ asidi kompozisyonlarının belirlenmesine yönelik birçok araştırma yapılmıştır (Konar ve ark.,1999; Haliloğlu, 2001; Aras ve ark., 2003; Özoğul ve ark., 2007; Güler ve ark., 2008; Akpınar ve ark., 2009; Küçükgülmez ve ark., 2010; Güneş ve ark., 2016). Yapılan araştırmalar

ekonomik öneme sahip, insanların sıklıkla tükettiği balık türlerinin yağ asidi içeriğinin belirlenmesi bakımından oldukça önemlidir.

Bu araştırmada, Kahramanmaraş Menzelet Baraj Gölü'nden yakalanan *Silurus glanis* 'in dişi ve erkek bireylerinin karaciğer dokusu yağ asidi içeriğinin mevsimlere ve eşey durumuna göre değişimi ilk kez tespit edilmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Balık Örneklerinin Temin Edilmesi ve Dokuların Saklanması

Menzelet Baraj Gölü Kahramanmaraş ili sınırları içinde, il merkezinin 26 km kuzey batısında Orta Ceyhan Havzası'nda bulunmaktadır. Baraj gölünü besleyen en önemli su kaynakları Ceyhan Nehri, Tekir Çayı, Güredin Çayı, Bertiz Çayı ve Zeytin çayıdır. Araştırmada kullanılan balık örnekleri, 30 adet olup 2012-2014 yılları arasında kış mevsiminde Aralık, Ocak ve Şubat, ilkbahar mevsiminde Mart, Nisan ve Mayıs, yaz mevsiminde Haziran ve sonbahar mevsiminde Eylül ayında Kahramanmaraş balık halinden temin edilmiştir.

### Lipitlerin Ekstraksiyonu ve Yağ Asidi Metil Esterlerinin Hazırlanması

*Silurus glanis* 'in karaciğer dokusundan alınan örneklerde lipitlerin ekstraksiyonu Hara ve Radin metoduna göre (Hara and Radin, 1978); yağ asitlerinin gaz kromatografik analizi ise Christie metoduna göre yapılmıştır (Christie, 1990). Balıklardan alınan karaciğer dokusu blender yardımıyla 1 dakika süre ile iyice parçalanmıştır. Daha sonra hazırlanan homojenizasyondan 1 gr alınıp, üzerine 10 ml 3/2 (v/v) oranında hekzan/2-propanol eklendikten sonra ve 30 sn süreyle karıştırılarak homojenize edilmiştir. Hazırlanmış olan homojenat, tüplere aktararak 5000 rpm de 10 dk boyunca santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrasında tüplerde oluşan üst kısımdaki sıvının tamamı alınıp, kapalı tüplere aktarılmıştır (Wang et al., 1990). Tüpe alınan çözeltilimin üzerine 5 ml %2 lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Metanol ilave edilmiştir. Hazırlanan çözelti 55 °C de etüve konmuş ve 12-15 saat

bekletilmiştir. Bekleme süresinin sonunda etüvden çıkartılan tüplerin üzerine %5 lik NaCl çözeltisinden 5 ml eklenmiş ve tüpler el ile yukarı aşağı şeklinde karıştırılmıştır. Daha sonra tüplerde faz ayrışmasının oluşması için oda sıcaklığında 4-8 saat bekletilmiştir. Faz ayrımından sonra üst taraftaki hekzan fazı dikkatli bir şekilde alınarak ayrı bir santrifüj kabına aktarılmıştır. Elde edilen hekzan fazının üzerine 5 ml %2 lik KHCO<sub>3</sub> çözeltisinden eklenmiş ve daha sonra tüp karıştırılarak faz ayrımı için bırakılmıştır. Faz ayrımı oluştuktan sonra üst faz alınıp, 2 ml'lik hacime gelene kadar buharlaşması için bekletilmiştir.

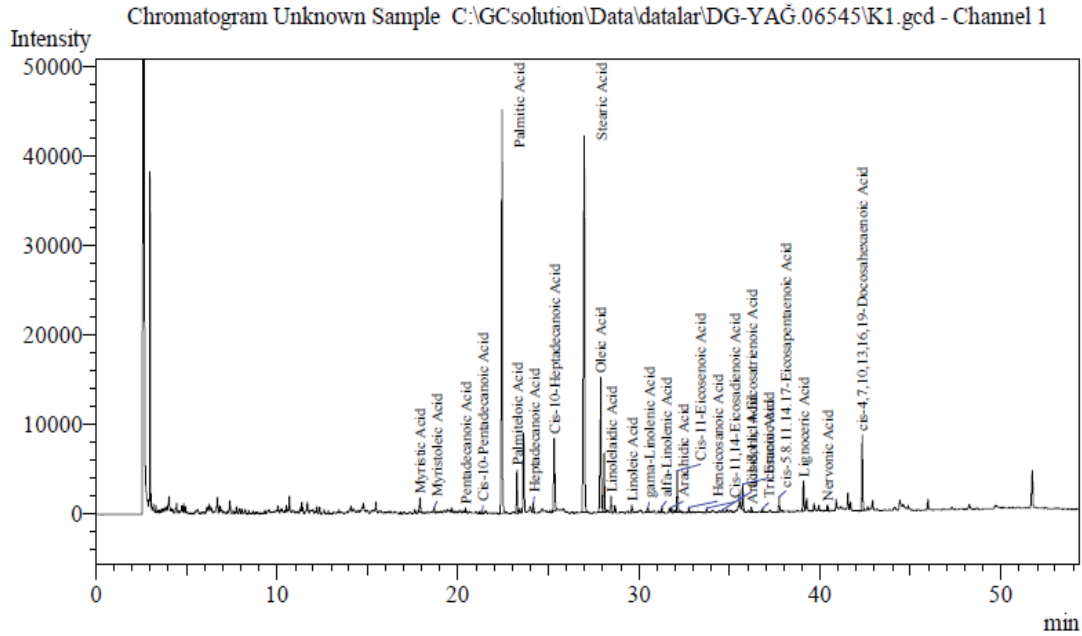
Elde edilen ekstraktlar ağzı kapaklı otosampler viallerin içine alınıp, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, ÜSKİM Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan Shimadzu GC2025 marka GC-FID cihazı kullanılarak analiz edilmiştir. Örneklere ait yağ asidi metil esterlerinin analizinden önce Supelco37 component FAMEmix sertifikalı yağ asidi standartları cihazda okutulmuş olarak gerekli programlama yapılmıştır.

GC cihazında Teknokroma marka TR-cn 100 kolon kullanılmıştır. Uzunluk 60m, film kalınlığı 0.25 mikron, iç çapı 0.20 mm'dir. Fırın sıcaklığı 80°C'de 2 dakika bekletilmiştir. Dakikada 5°C artırılıp 140°C sıcaklığa ulaştıktan sonra, bu sıcaklıkta 2 dakika tutulmuştur. Bu işlemi takiben, dakikada 3°C'lık bir artışla 240°C'da 5 dakika bekletilmiştir. Toplam analiz süresi 54 dakikadır. Enjektör sıcaklığı 240°C ve dedektör sıcaklığı 250°C'dir. Elde edilen veriler SPSS 17.0 programı, Tukey testi kullanılarak yapılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### *Silurus glanis* Dişi Bireylerinin Karaciğer Dokusu Yağ Asitleri Kompozisyonunun Tespit Edilmesi

*Silurus glanis* dişi bireylerinin karaciğer dokusu yağ asitleri bileşiminin mevsimlere göre değişimi GC-FID cihazı ile belirlenmiştir. GC-FID analizi sonucunda toplam 20 bileşen tespit edilmiş, bileşenlere ait kromatogram görüntüsü ve analiz sonuçları Şekil 1 ve Çizelge 1'de verilmiştir.

Şekil 1. *Silurus glanis* 'in dişi bireyine ait yağ asidi kromatogramıÇizelge 1. *Silurus glanis* 'in dişi bireyine ait yağ asidi bileşenleri

Çıkış Zamanı	Bileşen adı	Oran(%)	Çıkış Zamanı	Bileşen adı	Oran (%)
17.905	Miristik asit	0.87	31.268	Alfa-Linolenik asit	0.35
18.688	Miristoleik asit	0.40	31.789	Araşidik asit	0.27
20.435	Pentadekonik asit	0.50	32.124	Eikosenoik asit	2.79
22.436	Palmitik asit	27.95	33.736	Eikosadienoik asit	0.30
23.264	Palmitoleik asit	2.69	35.734	Erusik asit	1.63
24.166	Heptadekonik asit	0.60	36.210	Araşidonik asit	0.31
26.976	Stearik asit	28.99	37.742	Eikosapentaenoik asit	1.01
27.892	Oleik asit	14.95	39.089	Lignoserik asit	1.97
29.613	Linoleik asit	0.48	40.412	Nervonik asit	0.41
30.483	Gama- Linolenik asit	0.36	42.331	Dokosaheksaenoik asit	5.16

*Silurus glanis* 'in dişi bireylerinin karaciğer dokusundaki yağ asidi oranlarının mevsimlere göre değişimi Çizelge 2'de verilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden (SFA) miristik asit (C14:0), pentadekonik asit (C15:0) ve araşidik asit (C20:0) en fazla sonbahar mevsiminde bulunurken, palmitik asit (C16:0) ve heptadekonik asit (C17:0) en fazla ilkbaharda tespit

edilmiştir. Stearik asit (C18:0) en fazla kış mevsiminde tespit edilirken ve lignoserik asit (C24:0) en fazla yaz mevsiminde bulunmuştur. *Silurus glanis* L.'in karaciğer dokusundaki en çok bulunan doymuş yağ asidi palmitik asit (%29.66-23.53) ve stearik asittir (%28.8-12.67). Toplam SFA oranı ise en fazla kış mevsiminde tespit edilmiştir (%60.62).

**Çizelge 2.** *Silurus glanis* 'in dişi bireylerinin karaciğer dokusundaki yağ asidi oranlarının mevsimlere göre değişimi (%)

Yağ asitleri	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Miristik asit	0.97 ± 0.05	1.38 ± 0.39	1.21 ± 0.06	1.72 ± 0.01
Pentadekonik asit	0.18 ± 0.00	0.27 ± 0.12	0.15 ± 0.02	0.55 ± 0.05
Palmitik asit	29.66 ± 0.37	29.71 ± 2.23	23.53 ± 1.67	23.71 ± 1.03
Heptadekonik asit	0.33 ± 0.02	0.56 ± 0.27	0.50 ± 0.04	0.54 ± 0.13
Stearik asit	28.8 ± 1.58	21.49 ± 5.07	22.28 ± 1.48	12.67 ± 1.94
Araşidik asit	0.32 ± 0.07	0.49 ± 0.39	0.84 ± 0.02	1.63 ± 0.08
Lignoserik asit	0.33 ± 0.27	0.97 ± 1.38	1.64 ± 0.27	0.24 ± 0.05
<b>Toplam SFA**</b>	<b>60.62<sup>a</sup></b>	<b>54.91<sup>b</sup></b>	<b>50.19<sup>b</sup></b>	<b>41.08<sup>c</sup></b>
Miristoleik asit	0.25 ± 0.01	0.26 ± 0.06	0.22 ± 0.02	0.28 ± 0.06
Palmitoleik asit	3.81 ± 0.14	6.90 ± 2.93	7.44 ± 0.10	3.22 ± 1.86
Oleik asit	14.45 ± 1.27	19.77 ± 4.42	22.92 ± 2.16	22.26 ± 1.44
Eikosenoik asit	1.64 ± 0.04	1.30 ± 0.83	2.41 ± 0.08	1.26 ± 0.07
Erusik asit	2.43 ± 0.12	1.44 ± 0.46	0.92 ± 0.00	2.92 ± 0.07
Nervonik asit	0.36 ± 0.02	0.28 ± 0.30	0.27 ± 0.02	0.40 ± 0.05
<b>Toplam MUFA**</b>	<b>22.96<sup>c</sup></b>	<b>29.97<sup>b</sup></b>	<b>34.20<sup>a</sup></b>	<b>30.37<sup>ab</sup></b>
Linoleik asit	1.16 ± 0.63	4.65 ± 2.52	3.94 ± 2.47	7.79 ± 2.09
Gama- Linolenik asit	0.35 ± 0.08	0.22 ± 0.20	0.12 ± 0.03	0.61 ± 0.18
Alfa-Linolenik asit	0.35 ± 0.02	0.18 ± 0.11	0.05 ± 0.01	0.16 ± 0.00
Eikosadienoik asit	0.34 ± 0.02	0.25 ± 0.07	0.46 ± 0.00	0.52 ± 0.62
Araşidonik asit	0.03 ± 0.00	0.57 ± 0.81	0.38 ± 0.06	0.006 ± 0.00
Eikosapentaenoik asit	2.11 ± 0.00	1.68 ± 0.56	2.15 ± 0.08	8.26 ± 2.36
Dokosaheksaenoik asit	7.26 ± 0.05	3.50 ± 1.43	3.56 ± 0.10	9.03 ± 0.23
<b>Toplam PUFA**</b>	<b>11.63<sup>b</sup></b>	<b>11.09<sup>ab</sup></b>	<b>10.70<sup>b</sup></b>	<b>26.40<sup>a</sup></b>
<b>Toplam ω-3</b>	<b>9.72</b>	<b>5.36</b>	<b>5.76</b>	<b>9.71</b>
<b>Toplam ω-6</b>	<b>1.88</b>	<b>5.69</b>	<b>4.9</b>	<b>8.95</b>
<b>ω-3/ω-6</b>	<b>5.17</b>	<b>0.94</b>	<b>1.17</b>	<b>1.08</b>

(\*\*p<0.01, Rakamlar üzerinde bulunan "a, b,c" işaretleri TUKEY HSD test sonuçları olup aynı satırdaki benzer olan işaretler aradaki farkın önemsiz olduğunu, farklı işaretler ise farklılığın önemli olduğunu göstermektedir)

Tekli doymamış yağ asitlerinden (MUFA) miristoleik asit (C14:1), erusik asit (C22:1), nervonik asit (C24:1) sonbaharda, palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1) eikosenoik asit (C20:1) yaz mevsiminde en fazla miktarda bulunmuştur. Tespit edilen yağ asitlerinden oleik asit (C18:1), en fazla miktarda bulunan tekli doymamış yağ asididir (%22.92). Toplam

MUFA, yaz mevsiminde %34.20 miktarı ile en yüksek değerdedir. En düşük tekli doymamış yağ asidi oranı ise %22.96 ile kış mevsiminde belirlenmiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA) linoleik asit (C18:2), gama-linolenik asit (C18:3), eikosadienoik asit (C20:2), eikosapentaenoik asit (C20:5; EPA), ve dokosaheksaenoik asit (C22:6; DHA) en fazla



sonbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Alfa-linolenik asit (C18:3) kış mevsiminde, araşidonik asit (C20:4) ise ilkbahar mevsiminde en fazla miktarda tespit edilmiştir. Toplam PUFA miktarı ise en fazla (%26.40) sonbaharda belirlenmiştir. Kış ayında  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 oranı en yüksek oranda (%5.17) tespit edilirken, en az miktar (%0.94) ise ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. *Silurus glanis* L. dişi bireylerinin karaciğer dokusundaki toplam SFA, MUFA ve PUFA miktarlarının mevsimlere göre farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ).

### ***Silurus glanis* Erkek Bireylerinin Karaciğer Dokusu Yağ Asitleri Kompozisyonunun Tespit Edilmesi**

*Silurus glanis* erkek bireylerinin karaciğer dokusu yağ asitleri bileşiminin mevsimlere göre değişimi GC-FID cihazı ile belirlenmiş, toplam 20 bileşen tespit edilmiş, toplam SFA, MUFA ve PUFA oranları Çizelge 3'te verilmiştir. Doymuş yağ asitleri (SFA)

içerisinde miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0) kış mevsiminde, pentadekonik asit (C15:0) ve araşidik asit (C20:0) sonbaharda, heptadekonik asit (C17:0) ilkbahar mevsiminde, stearik asit (C18:0) ve lignoserik asit (C24:0) ise yaz mevsiminde en fazla miktarda tespit edilmiştir. *S. glanis*'in erkek bireylerinde toplam SFA oranı en yüksek yaz mevsiminde (%48.83) tespit edilmiştir.

Tekli doymamış yağ asitlerinden (MUFA); miristoleik (C14:1), eikosenoik asit (C20:1), erusik asit (C22:1) ve nervonik asit (C24:1) sonbaharda, palmitoleik asit (C16:1) ve oleik asit (C18:1) ilkbaharda en yüksek oranlarda tespit edilmiştir. Erkek bireylerde tekli doymamış yağ asitlerinden en çok bulunan oleik asittir (C18:1). Oleik asit miktarı en yüksek %33.59 ile ilkbahar mevsiminde bulunurken, en düşük oran ise %22.21 ile yaz mevsiminde bulunmuştur. *S. glanis* erkek bireylerinde toplam MUFA yüzdesi en fazla %50.58 ile ilkbahar mevsiminde bulunmuştur.

**Çizelge 3.** *Silurus glanis* 'in erkek bireylerinin karaciğer dokusundaki yağ asitleri oranlarının mevsimlere göre değişimi (%)

Yağ asitleri	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Miristik asit	1.17± 0.33	0.99 ± 0.20	1.10 ± 0.29	1.01 ± 0.18
Pentadekonik asit	0.09 ± 0.02	0.08 ± 0.02	0.13 ± 0.00	0.25 ± 0.05
Palmitik asit	25.02 ± 2.50	21.19 ± 2.54	23.58 ± 0.58	19.85 ± 2.88
Heptadekonik asit	1.07 ± 0.47	1.11 ± 0.36	0.44 ± 0.00	0.33 ± 0.14
Stearik asit	19.42 ± 5.03	13.30 ± 2.43	19.90 ± 1.55	9.35 ± 2.83
Araşidik asit	0.19 ± 0.36	0.22 ± 0.08	0.22 ± 0.30	1.48 ± 1.01
Lignoserik asit	0.36 ± 0.28	0.91 ± 0.46	3.43 ± 1.84	1.36 ± 0.55
<b>Toplam SFA**</b>	<b>47.34<sup>a</sup></b>	<b>37.82<sup>b</sup></b>	<b>48.83<sup>a</sup></b>	<b>33.66<sup>b</sup></b>
Miristoleik asit	0.21 ± 0.03	0.19 ± 0.04	0.22 ± 0.01	0.23 ± 0.10
Palmitoleik asit	8.77 ± 1.51	12.08 ± 3.16	6.85 ± 0.39	5.39 ± 2.69
Oleik asit	28.61±5.63	33.59 ± 4.78	22.21 ± 0.64	32.22 ± 1.74
Eikosenoik	2.78 ± 1.41	3.36 ± 0.83	3.16 ± 0.20	3.76 ± 1.88
Erusik asit	1.30 ± 0.42	1.10 ± 0.56	1.39 ± 0.21	1.95 ± 0.61
Nervonik asit	0.23 ± 0.08	0.24 ± 0.05	0.28 ± 0.19	0.66 ± 0.15
<b>Toplam MUFA**</b>	<b>41.91<sup>b</sup></b>	<b>50.58<sup>a</sup></b>	<b>34.13<sup>c</sup></b>	<b>44.24<sup>b</sup></b>
Linoleik asit	1.74±2.26	1.59±1.22	5.61 ± 2.81	6.62 ± 1.67
Gama-Linolenik asit	0.12±0.03	0.09±0.03	0.24 ± 0.06	0.47 ± 0.25
Alfa-Linolenik asit	0.12±0.08	0.18±0.07	0.05 ± 0.02	0.28 ± 0.07
Eikosadienoik asit	0.24±0.18	0.32±0.18	0.74± 0.05	0.53 ± 0.21
Araşidonik asit	0.05±0.05	0.41±0.42	1.10± 0.37	0.79 ± 0.72
Eikosapentaenoik asit	0.78±0.19	0.85±0.28	1.43± 0.08	2.11 ± 0.55
Dokosaheksaenoik asit	4.30±1.06	4.32±1.51	3.91 ± 0.18	7.59 ± 1.51
<b>Toplam PUFA**</b>	<b>7.39<sup>c</sup></b>	<b>7.79<sup>c</sup></b>	<b>13.11<sup>b</sup></b>	<b>18.41<sup>a</sup></b>
<b>Toplam <math>\omega</math>-3</b>	<b>5.2</b>	<b>5.35</b>	<b>5.93</b>	<b>9.98</b>
<b>Toplam <math>\omega</math>-6</b>	<b>2.15</b>	<b>2.41</b>	<b>7.69</b>	<b>8.41</b>
<b><math>\omega</math>-3/<math>\omega</math>-6</b>	<b>2.41</b>	<b>2.21</b>	<b>0.77</b>	<b>1.18</b>

(\*\* $p < 0.01$ , Rakamlar üzerinde bulunan "a, b, c" işaretleri TUKEY HSD test sonuçları olup aynı satırdaki benzer olan işaretler aradaki farkın önemsiz olduğunu, farklı işaretler ise farklılığın önemli olduğunu göstermektedir).

Çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA); linoleik asit (C18:2), eikosapentaenoik asit (C20:5; EPA), gama-linolenik asit (C18:3), alfa-linolenik asit (C18:3), dokosaheksaenoik asit (C22:6; DHA) sonbaharda, eikosadienoik asit (C20:2), araşidonik asit (C20:4) ise yaz mevsiminde en yüksek oranda bulunmuştur. Toplam PUFA oranının en yüksek (%18.41) olduğu mevsim ise sonbahar iken en düşük tespit edildiği mevsim (%7.39) kış olarak tespit edilmiştir. Yağ asitlerinden  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 oranı en fazla %2.41 ile kış mevsiminde, en az ise %0.77 olarak yaz mevsiminde tespit edilmiştir. *S. glanis* L. erkek bireylerinin karaciğer dokusundaki toplam SFA, MUFA ve PUFA miktarı oranlarındaki mevsimsel değişim ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ).

#### ***Silurus glanis* 'in erkek ve dişi bireylerinde toplam SFA, MUFA ve PUFA oranlarının mevsimlere göre karşılaştırılması**

Dişi ve erkek bireylerde tespit edilen SFA yağ asitlerinden en fazla bulunanları palmitik asit (C:16) (%25.02-29.66) ve stearik asit (C:18) (%22.28-28.80) olarak tespit edilmiştir. Bogut ve ark. (2002), *S. glanis*'in toplam SFA değerini %65.07 olarak tespit etmiş olup, bulgularımızdan (%33.66-60.62) daha fazla olduğu görülmektedir. Kaçar (2010), *Silurus triostegus*'un karaciğer dokularında yağ asitleri toplam SFA'ler içinde en fazla 16:0 (dişiler %19.49-26.85; erkekler için %17.28-23.46) yağ asidi içerdiğini, Shirai ve ark. (2001) ise *Silurus asotus* 'un yaz ve kış aylarında karaciğer dokularındaki SFA değerlerini sırasıyla %27.6-29.6 olarak tespit etmiştir. Çalıştığımız *S. glanis* 'in karaciğer dokularındaki SFA miktarının, *Silurus triostegus* ve *Silurus asotus* 'a göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. *S. glanis* 'in dişi ve erkek bireylerinin karaciğer dokularındaki toplam MUFA miktarları erkek bireylerde (%50.58-34.13), dişi bireylere (%22.96-34.20) göre daha fazla tespit edilmiştir. Tespit edilen MUFA yağ asitlerinden en fazla bulunanı oleik asit (C18:1) olup, dişi bireylerde %14.45-22.92, erkek bireylerde ise %19.77-33.59 arasında tespit edilmiştir. Shirai ve ark. (2001), *Silurus asotus* 'un karaciğer dokularındaki toplam MUFA miktarını yaz ve kış aylarında %31.92 ve %20.9 olarak tespit etmiştir. Kaçar (2010), *S. triostegus*'un karaciğer dokularındaki yağ

asitleri toplam MUFA'lar içinde en fazla oleik asit olduğunu ve dişiler için %20.13-23.52, erkekler için %21.59-30.91 arasında tespit edildiğini bildirmiştir. Bulgularımız ile bu iki *Silurus* türünün oleik asit içeriğinin birbirine benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir

Kaçar (2010), *S. triostegus*'un karaciğer dokularındaki toplam PUFA'lar arasında en fazla dokosaheksaenoik asiti dişiler için %13.80-18.96, erkekler için %8.05-15.67 arasında tespit etmişlerdir. Dokosaheksaenoik asit miktarı *S. triostegus*'un karaciğer yağ dokularında, çalışma materyalimiz olan *S. glanis*'in karaciğer yağ dokularından (%7.59-9.03) daha fazla tespit edilmiştir. Shirai ve ark. (2001), *S. asotus* 'un yaz ve kış aylarında karaciğer dokularındaki toplam PUFA değerlerini %39.0-48.1 arasında tespit etmişlerdir. *S. asotus* 'un PUFA miktarının *S. glanis* 'in PUFA miktarından (%26.40-7.39) daha fazla olduğu görülmektedir.

#### **SONUÇ**

Ekonomik öneme sahip balıklardan *Silurus glanis* balığının eti, kemiksiz, oldukça lezzetli ve yüksek protein içeriğine sahiptir. Bundan dolayı piyasa talebi oldukça yüksek olan ticari öneme sahip bir balık türüdür.

Bu çalışma ile *S. glanis* 'in karaciğer dokularındaki yağ asidi bileşenleri mevsimlere göre tespit edilmiş ve insan sağlığı için oldukça önemli olan yağ asitlerinin miktarları belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan *S. glanis* bireylerinin omega 6/omega 3 oranının 0.19-1.29 arasında olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucunda en önemli omega 3 ve omega 6 yağ asitleri EPA ve DHA'nın etkileri üzerine yapılan çalışmaların önemi artmıştır.

Çalışmamız sonucunda sonbahar ve kış mevsimlerinde toplanan *S. glanis* bireylerinin esansiyel yağ asitlerince zengin olduğu tespit edilmiştir. Literatür bulgularına göre omega 3 yağ asidinin soğuğa karşı koruyucu olduğu ve bu nedenle soğuk su balıklarında daha fazla bulunduğu bilinmekte olup, sonuçlarımızı desteklemektedir. Bu mevsimlerde tutulan balıkların tüketilmesi tavsiye edilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akpinar MA, Görgün S, Akpinar AE, 2009. A comparative analysis of the fatty acid profiles in the liver and muscles of male and female *Salmo truttamacrostigma*, Food Chem, 2: No. 1, 112, 6-8.
- Algan B, 2009. Kemer Baraj Gölü'ndeki (Aydın) Yılan (*Anguilla anguilla* L. 1758) ve Yayın balığı (*Silurus glanis* L. 1758)'nin toplam yağ asidi bileşenlerinin mevsimsel değişimi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 87s.
- Alp A, Kara C, Üçkardeş F, Carol J, Garcia-Berthou E, 2011. Age and growth of the European catfish (*Silurus glanis*) in a Turkish Reservoir and comparison with introduced populations. Rev. Fish Biol Fisheries, 21: 283–294.
- Alp A, Kara C, Büyükçapar HM, 2004. Reproductiv ve Biology in a Native European Catfish, *Silurus glanis* L, 1758, Population in Menzelet Reservoir. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 28:613-622.
- Aras NM, Haliloğlu HI, Ayık Ö, Yetim H, 2003. Comparison of fatty acid profiles of different tissues of mature trout (*Salmo truttalabrax*, Pallas, 1811) caught from Kazandere Creek in Çoruh region, Erzurum, Turkey, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 27, 311–316.
- Bogut I, Has-Schön E, Čačić M, Milaković Z, Novoselić D, Brkić S, 2002. Linolenic acid supplementation in the diet of European catfish (*Silurus glanis*): effect on growth and fatty acid composition. Journal of Applied Ichthyology, 18(1), 1-6.
- Christie WW. 1990. Gas Chromatography and Lipids. The oil press. Glasgow, 320s.
- Copp GH, Britton JR, Cucherousset J, Garcia-Berthou E, Kirk R, Peeler E, Stakenas S, 2009. A review of the environmental biology of European catfish *Silurus glanis* in its native and introduced range. FishFish, 10: 252–282
- Çiçek Erdoğan, Birecikliliği SS, Fricke R, 2015. Freshwater fishes of Turkey: a revised and up date annotated checklist. Biharean Biologist, 2 : 141-157.
- Deslypere JP, 1990. Effect of fish consumption compared to intake of fish oil. Marine Foods. Bibl Nutr Dieta. Basel, Karger, 46: 53-69.
- Geldiay R, Balık S, 2009. Türkiye Tatlısu Balıkları. Ege Üniversitesi Yayınları. Yayın No: 4, 644s. İzmir.
- Gogus U ve Smith C, 2010. n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. Int. J. Food Sci. Technol, 45: 417–436.
- Gordon DT, Ratliff V, 1992. The Implication of omega-3 fatty acids in human health, advances in seafood biochemistry composition and quality, Ed, By George L. Flick, 406 s.
- Güler GO, Kiztanir B, Aktümsek A, Cital OB, Özparlak H, 2008. Determination of the seasonal changes on total fatty acid composition and  $\omega 3/\omega 6$  ratios of carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle lipids in Beyşehir Lake (Turkey). Food Chemistry, 108: 689–694.
- Güneş H, Kara C, Korkmaz M, İğde M, 2016. Kahramanmaraş Menzelet Baraj Gölü'nde dağılım gösteren *Silurus glanis* (Linnaeus, 1766)'in bazı yağ asitlerinin değerlendirilmesi. International Conference on Natural Science and Engineering (ICNASE'16) March 19-20
- Haliloğlu HI, 2001. A research on fatty acid composition of some tissues of rainbow trouts (*Onchorhynchus mykiss*) raised in different fish farms in Erzurum. PhD Thesis, Atatürk Uni., Fisheries Dept, Erzurum, Turkey, 113s.
- Hara A, Radin NS, 1978. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. Anal. Biochem, 90: 420-426.
- Kaçar S, 2010. Atatürk Baraj Gölü'ndeki bazı tatlı su balıklarının total lipid ve yağ asitlerinin mevsimsel değişimi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 276s.
- Karaton N, İnanlı AG, 2011. Tatlı su kefalı (*Squalius cephalus*)'nin et verimi ve besin bileşimine mevsimsel değişimin etkisi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 23: 63-69.
- Konar V, Canpolat A, Yılmaz Ö, 1999. *Capoetatrutta* ve *Barbus rajanorum mystaseus*'un kas dokularındaki total lipid ve yağ asidi miktar ve bileşimlerinin üreme periyodu süresince değişimi. Tr. J. of Biology, 23: 319-331.
- Küçükgülmez A, Eslem KA, Celik M, 2010. Fatty acid composition and sensory properties of Welscatfish (*Silurus glanis*) hot smoked with different saw dust materials. International Journal of Food Science & Technology, 45: (12), 2645-2649.
- Shirai N, Suzuki H, Toukairin S, Wada S, 2001. Spawning and season affect lipid content and fatty acid composition of ovary and liver in Japanese catfish (*Silurus asotus*). Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology, 129: (1), 185-195.
- Tapiero H, Ba GN, Couvreur P, Tew, K. D, 2002. Polyunsaturated fatty acids (PUFA) and eicosanoids in human health and pathologies. Biomedicine & Pharmacotherapy, 56: (5), 215-222.
- Taşçı F, 2005. Balıklarda omega-3 yağ asitleri ve halk sağlığı açısından önemi. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, Cilt 76. 3(4).
- Tekinşen KK, Gökmen M, 2007. Beyşehir'de üretilen dondurulmuş sudak balığı (*Stizostedion lucioperca*) filetolarının bakteriyolojik kalitesi. Vet. Bil. Derg, 23: 57-64.
- Tuik, 2017. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1005](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005) (Erişim tarihi: 25 Aralık, 2017).
- Wang YJ, Miller LA, Peren M, Addis PB, 1990. Omega-3 fatty acids in lake superior fish J Food Sci, 55:(1) 71-76.
- Wassell P, Bonwick G, Smith CJ, Almiron-Roig E and Young NVG, 2010. Towards a multidisciplinary approach to structuring in reduced saturated fat-based systems – A review. Int. J. Food Sci. Technol, 45: 642–655.