

Büyük Menderes Nehri'nde (Aydın) Yaşayan İki Tatlı Su Balığı Türünün Kas Dokularındaki Total Yağ Asidi Kompozisyonunun Araştırılması

İrem BAYAR^{1*}, Aslıhan İNCİ², Serap ÜNÜBOL AYPAK³, Ayşegül BİLDİK⁴

¹Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı KONYA/TÜRKİYE, ^{2,3,4}Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı AYDIN/TÜRKİYE

¹<https://orcid.org/0000-0002-9363-5085>, ²<https://orcid.org/0000-0002-7577-0478>, ³<https://orcid.org/0000-0002-2194-8963>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-4570-2156>.

✉: irem.bayar@selcuk.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada Büyük Menderes Nehri'nde (Aydın) yakalanan *Scardinius erythrophthalmus* (kızılkanat) ve *Anguilla anguilla* (yılan balığı) tatlı su balığı türlerinin kas dokusundaki yağ asidi bileşimlerinin karakterize edilmesi ve ω 3/ ω 6 yağ asidi oranlarının belirlenmesi amaçlandı. Balıkların kas doku örneklerinden elde edilen yağ asidi metil esterleri gaz kromatografisi (GC) ile analiz edildi. En bol bulunan doymuş yağ asitleri *S. erythrophthalmus* türünde stearik asit C18:0 (%24.554±0.249); *A. anguilla* türünde ise palmitik asit C16:0 (%19.49±0.643) olarak tespit edildi. Her iki balık türündeki tekli doymamış yağ asitleri için ise en büyük yüzdeye sahip olanlar oleik asit C18:1 ω 9 (*S. erythrophthalmus* türünde %18.03±0.520; *A. anguilla* türünde %33.44±0.336) ve palmitoleik asit C16:1 ω 7 (*S. erythrophthalmus* türünde %9.916±0.484; *A. anguilla* türünde %10.96±0.753) olarak belirlendi. Eikosapentaenoik asit (EPA) C20:5 ω 3 ve dokosaheksaenoik asit (DHA) C22:6 ω 3 değerleri *S. erythrophthalmus* ve *A. anguilla* türleri için analiz edildi ve sırasıyla %5.68±0.406; %3.72±0.242 ve %3.87±0.505; %9.24±0.583 oranlarında tayin edildi ($p<0.05$). ω 3/ ω 6 çoklu doymamış yağ asitleri oranı *S. erythrophthalmus* türünde 1.48; *A. anguilla* türünde ise 2.29 olarak belirlendi ($p<0.05$). Bu çalışmada insan beslenmesinde önemli rol oynayan ω -3 PUFA ailesinden EPA ve DHA'nın toplam miktarı yönünden *A. anguilla* 'nın daha zengin olduğu tespit edildi. ω 3/ ω 6 oranlarının 1'den yüksek olduğu bulgusu her iki tatlı su balığının ω -3 yağ asitlerinin iyi bir kaynağı olduğunu gösterdi. Büyük Menderes Nehri'nde yaşayan bu balık türlerinin bölge halkının beslenmesine uygun olduğu ve daha verimli tüketilmesi adına çalışmaların artırılması gerektiği sonucuna varıldı.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 20.04.2020

Kabul Tarihi : 27.07.2020

Anahtar Kelimeler

Anguilla Anguilla
Büyük Menderes Nehri
Scardinius erythrophthalmus
Yağ asidi kompozisyonu
 ω 3/ ω 6 oranı

Investigation of Total Fatty Acid Compositions in The Muscle Tissues of The Two Freshwater Fish Species Living in The Big Menderes River (Aydın)

ABSTRACT

In this study, it was aimed to characterize the fatty acid compositions in the muscle tissue of *Scardinius erythrophthalmus* (rudd) and *Anguilla anguilla* (eel) freshwater fish species which were caught in Büyük Menderes River (Aydın) and to determine the ω 3/ ω 6 fatty acid ratios. Fatty acid methyl esters obtained from muscle tissue samples of fish were analyzed by gas chromatography (GC). The most abundantly found saturated fatty acid types were determined as stearic acid C18:0; (24.554%±0.249) in the *S. erythrophthalmus* and palmitic acid C16:0 (19.49%±0.643) in the *A. anguilla* species. As for monounsaturated fatty acids in both fish species, those with the highest percentages were determined as oleic acid C18:1 ω 9 (18.03%±0.520 in *S. erythrophthalmus*; 33.44%±0.336 in *A. anguilla*) and palmitoleic acid C16:1 ω 7 (9.916%±0.484 in *S. erythrophthalmus*; *A. anguilla* 10.96%±0.753). Eicosapentaenoic acid (EPA) C20:5 ω 3 and docosaheksaenoic acid (DHA) C22:6 ω 3 values were analyzed for *S.*

Research Article

Article History

Received : 20.04.2020

Accepted : 27.07.2020

Keywords

Anguilla Anguilla
The Big Menderes River
Scardinius erythrophthalmus
Fatty acid composition
 ω 3/ ω 6 ratio

erythrophthalmus and *A. anguilla* species and it was determined at the rates of 5.68%±0.406, 3.72%±0.242, 3.87%±0.505 and 9.24%±0.583, respectively (p<0.05). The ratio of ω3/ω6 polyunsaturated fatty acids in muscle tissue was 1.48 for the *S. erythrophthalmus* and 2.29 for *A. Anguilla* (p<0.05). In this study, *A. anguilla* was determined to be richer in terms of total amount of EPA and DHA from ω-3 PUFA family which play an important role in human nutrition. The finding that ω3/ω6 ratios were greater than 1 showed that both freshwater fish were good sources of ω3 fatty acids. It is concluded that these fish species living in The Büyük Menderes River are suitable for nutrition of the people of the region and studies should be increased in order to consume more efficiently.

Atıf İçin: Bayar İ, İnci A, Ünübol Aypak S, Bildik A 2021. Büyük Menderes Nehri'nde (Aydın) Yaşayan İki Tatlı Su Balığı Türünün Kas Dokularındaki Total Yağ Asidi Kompozisyonunun Araştırılması. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (2): 260-266. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.723089>

To Cite: Bayar İ, İnci A, Ünübol Aypak S, Bildik A 2021. Investigation of Total Fatty Acid Compositions in The Muscle Tissues of The Two Freshwater Fish Species Living in The Big Menderes River (Aydın). KSU J. Agric Nat 24 (2): 260-266. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.723089>

GİRİŞ

Balık, insan diyetinin önemli bir unsurudur. Son derece zengin besin değerine sahip olan balıkların özellikle içerdikleri yağ asitleri önemli bir araştırma konusudur. Bir enerji kaynağı olan yağ asitleri; hücre büyümesi, farklılaşması ve metabolizma için önem arz eder, hücrel membran yapısı ve fonksiyonlarını etkiler (Kamler ve ark., 2008). Balık yağları kompozisyonunu oluşturan iki temel yağ asidi türü doymuş (SFA) ve doymamış yağ asitleridir. Doymamış yağ asitleri tekli doymamış (MUFA) ve çoklu doymamış (PUFA) yağ asitleri olarak iki gruba ayrılırlar. Özellikle Omega-3 (ω3) (C18:3 linolenik asit) ve Omega-6 (ω6) (C18:2 linoleik asit) çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar), insan sağlığı üzerindeki yararlı etkileri nedeniyle önem arz etmektedir (Özparlak, 2013). ω3 PUFA ailesinden DHA (22:6 ω3) ve EPA (20:5 ω3), diğer yağ asitleri ile karşılaştırıldığında farklı biyolojik etkilere sahiptirler (James ve Cleland, 1966; Dunbar ve ark., 2014). Uzun zincirli ω3 PUFA'lar insanlar tarafından sentezlenemez ve mutlaka dışarıdan diyetle alınmalıdırlar (Ackman, 2002; Cengiz ve ark., 2010). DHA, EPA ve araşidonik asit (AA) hücre membranlarının temel yapısal bileşenleridir (Innis, 1991). EPA kolesterol esterlerinde, trigliseridlerde ve fosfolipidlerde; DHA ise çoğunlukla fosfolipidlerde yer alır. DHA; miyokard, retina ve beyinde daha yüksek konsantrasyonlarda bulunur ve bu dokuların düzgün işleyişi ve büyümesi için gereklidir (Simopoulos, 1991; Jump, 2002; Lee ve Lip, 2003). Doymuş yağ asitleri ve kolesterol bakımından zengin yağ asitleri tüketimi ateroskleroza artırırken, MUFA ve PUFA'lardan zengin lipidlerin tüketimi ateroskleroza ve trombojenitezisi dolayısıyla kardiyovasküler hastalıkların riskini azaltırlar (Varljen ve ark., 2003). EPA ve DHA'nın kardiyovasküler hastalıklarda ve kan lipid seviyelerinin kontrolünde, diabetes mellitus, depresyon, oto immün bozukluklar, romatoid artrit ve

diğer inflamatuvar bozukluklarda faydalı etkileri olduğu kanıtlanmıştır (Darlington, 1988; Kinsella ve ark., 1990; McManus ve ark., 1996; Edwards ve ark., 1998). Bunun yanında ω3 ve ω6 yağ asitleri dengesi normal gelişim adına oldukça önemlidir ve ikisi arasındaki oran oldukça yararlı bir sağlık belirleyicisi endeksi olarak kabul edilmektedir (Simopoulos, 2002). Sağlıklı bir beslenme diyeti için ω3/ω6 oranı 1:1-1:5 olarak bildirilmiştir (Osman ve ark., 2001).

Balık türlerindeki yağ asidi çeşitliliği farklılığı balığın bulunduğu coğrafi koşul, mevsim, suyun sıcaklığı ve kirlilik, üretim siklusu, besin yapısı ve ortamı gibi parametrelere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Henderson ve Tocher, 1987). Deniz ve tatlı su balıklarının yağ asitlerindeki farklılıklar, türlerin yaşam alanına bağlı olmanın yanında özellikle bir türün otçul, omnivor veya etçil olup olmadığını gösteren doğal diyetlerine dayanarak da değişim gösterir. (Sargent ve ark., 1995). Tatlı su balıkları, deniz balıkları ile karşılaştırıldığında yüksek miktarda C16 ve C18 yağ asitleri ve düşük miktarda C20 ve C22 yağ asitlerine sahiptir ve bu farklılıklar temel olarak diyet yağ kaynaklıdır (Ackman, 1967; Özparlak, 2013). Balıklar farklı beslenme rejimi ve/veya balığın yaşam ortamlarına fizyolojik adaptasyonu için PUFA'lara özel olarak ihtiyaç duyar (Bağcı ve Can, 2015). Her iki balık türü de PUFA içerikleri bakımından zengin kaynaklar olmakla beraber tatlı su balıkları deniz balıklarından daha az miktarda ω3 PUFA, daha yüksek oranda ise ω6 PUFA içerirler (Vlieg ve Body, 1988; Łuczynska ve ark., 2014). Tatlı su balıklarının total lipidlerinde ω3/ω6 PUFA değeri çoğunlukla 0.5 ve 3.8 arasında iken deniz balıklarında bu değer 4.7 ile 14.4 aralığında değişmektedir (Henderson ve Tocher, 1987).

Aydın Büyük Menderes Nehri'nin Sazlıköy ile Bafa Gölü arasındaki bölgesinden yakalanan *S.erythrophthalmus* ve *A.anguilla* tatlı su balığı

türlerinin yağ asidi kompozisyonlarının belirlendiği ve karşılaştırıldığı bir çalışma henüz rapor edilmemiştir. Yapılan çalışmanın amacı bu türlerin kas dokusundaki yağ asidi bileşimleri açısından karakterize edilmesi, $\omega 3/\omega 6$ yağ asidi oranlarının belirlenmesi ve karşılaştırılmasıdır.

MATERYAL ve METOD

Materyaller

Çalışma, 15'er adet *S. erythrophthalmus* ve *A. anguilla* türü olmak üzere 30 numune ile gerçekleştirildi. Aydın

Büyük Menderes Nehri'nden Şubat-Mart ayları içinde avlanan bu 30 balığın ağırlık ve uzunlukları belirlendi (Çizelge 1). Balığın kas dokusu, hem insanlar tarafından balıkların çok tüketilen bir kısmı olması hem de balığın çeşitli diğer organlarına göre lipitleri daha yüksek düzeyde depolama özelliğine sahip olması nedeniyle (Kandemir ve Polat, 2007) yağ asidi analizi için uygun görüldü ve her bir numunenin dorsal kısımlarından yaklaşık 5 gram yenilebilir kas dokusu ayrıldı. Ayrılan dokular plastik bir tüpe konularak analiz edilinceye kadar -20°C'de saklandı.

Çizelge 1. Çalışmada incelenen iki balık türünün ortalama ağırlık(g) \pm SD ve ortalama uzunluk(cm) \pm SD değerleri
Table 1. Average weight (g) \pm SD and average length (cm) \pm SD values of the two fish species examined in the study

Tür Species	Spesifik isim Specific name	Örnek sayısı Number of samples	Ortalama ağırlık (g) \pm SD Mean total weight (g) mean \pm SD	Ortalama standart uzunluk (cm) \pm SD Mean standard length (cm) mean \pm SD
Yılan Balığı (Eel)	<i>Anguilla anguilla</i>	15	470 \pm 194	58 \pm 6
Kızılkanat (Rudd)	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	15	948 \pm 116	36 \pm 2

Metod

Yağ asidi analizi

Her bir balık örneğinin toplam lipidi, Folch ve ark., (1957) metoduna göre kloroform / metanol (2:1 v/v) ile ekstrakte edildi Yağ asidi metil esterlerinin analizi için, vidalı kapaklı tüpler içine 1 mg lipid tartıldı, 10 ml hekzan ilave edildi, çözüldü, ardından 0.5 ml 2N metanolik KOH çözeltisi eklendi. Vorteksleme işleminden sonra kas numunelerinin üst fazları berraklaşana kadar yaklaşık 1-2 saat beklendi. Metil esterlerini içeren üst faz 0.45 μ l'lik kromatografik filtreden geçirilip viallere alındı ve analiz için metillendirilmiş yağ asidi numunelerinden 1 μ l gaz kromatografi (GC) cihazına enjekte edildi.

Yağ asidi metil esterlerinin analizi, alev iyonlaşma detektörlü Agilent 6890 seri gaz kromatografisi (GC) ile yapıldı. Ayırma işlemi 60 m uzunluğunda 0.25 mm iç çapında kapiller kolon ile sağlandı. Metil esterlerinin kolon içinde taşınması için taşıyıcı gaz olarak azot (1.2 ml dk⁻¹) gazı seçildi. Detektör ve injeksiyon sıcaklığı 200°C'ye ayarlandı. Kolon sıcaklığı ilk 15 dakika boyunca 165°C idi ve daha sonra sıcaklık 5°C dk⁻¹ 'da 200°C'ye yükseltildi. Bu sıcaklık koşulunda 50 dakika boyunca analiz sürdürüldü. Kromatogramlardaki piklerin hangi yağ asidine ait olduğu "Supelco™ FAME Mix 37" standartlarının bağıl alıkonma zamanları (relative retention time) ile karşılaştırılarak belirlendi. Sonuçlar yüzde alan (%) şeklinde üç gaz kromatografik analiz sonucunun aritmetik ortalaması \pm Standart sapma olarak tablo halinde verildi. Elde edilen verilerin SPSS programı kullanılarak p<0.05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel değerlendirilmeleri (One-Way ANOVA) yapıldı (Çizelge 2).

BULGULAR ve TARTIŞMA

S. erythrophthalmus ve *A. anguilla* kaslarından elde edilen yağ asitleri profili Çizelge 2'de gösterilmektedir. Her iki balık türünde de kas dokusu yağ asitleri yüzdesinin en büyük kısmını SFA (*S. erythrophthalmus* için %49.11 ve *A. anguilla* için %30.27) ve MUFA'ların (*S. erythrophthalmus* için %30.33 ve *A. anguilla* için %47.28) oluşturduğu gözlenmiştir. *S. erythrophthalmus* türünde toplam SFA miktarı *A. anguilla* türündekinden daha yüksektir (p<0.05). Doymuş yağ asitlerinin (SFA) büyük bir bölümü palmitik asit ve stearik asitten oluşmaktadır. En baskın SFA'lar *S. erythrophthalmus*'da C18:0 stearik asit (%24.55), *A. anguilla* 'da ise C16:0 palmitik asit (%19.49) olarak kaydedilmiştir. Bu yağ asitlerini *S. erythrophthalmus* türünde araşidik asit ve *A. anguilla* türünde miristik asit takip etmektedir. Miristik asitin *A. anguilla*'da % 4.11 ve *S. erythrophthalmus*' da ise %3.27 oranları ile birbirlerine yakın değerlerde oldukları görülmüştür. İki tatlı su balığı türünde de palmitik asit miktarları benzer iken stearik asit miktarları birbirinden farklı tespit edilmiştir (p<0.05). *S. erythrophthalmus*'da palmitik asit ve stearik asidi %4.25 oranı ile doymuş yağ asitlerinden olan araşidik asit izlemektedir.

Balık yağ asitlerinin %20-30 oranında doymuş yağ asitlerinden, %70-80 oranında da doymamış yağ asitlerinden oluştuğu bilinmektedir (Çaklı, 2007). Benzer sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarda diğer tatlı su balıkları için de elde edilmiştir. Cital ve ark., (2014), Işıklı Baraj Gölü'nden elde edilen *Cyprinus carpio*, *Tincatinca*, *Scardinius erythrophthalmus* ve *Carassius carassius* balık türlerinde sırasıyla %30.55, %35.34, %33.52 ve %26.41 oranlarında SFA belirlemiş ve en baskın SFA'nın palmitik asit olduğunu rapor

Çizelge 2. Büyük Menderes Nehri'nden yakalanan *S. erythrophthalmus* ve *A. anguilla* tatlı su balığı türlerinin yağ asidi profilleri

Table 2. Fatty acid profiles of *S. Erythrophthalmus* and *A.anguilla* freshwater fish species caught from the Büyük Menderes River

Yağ Asitleri (Fatty acids)	Yılan Balığı (Eel) (<i>A.anguilla</i>)	Kızılkanat (Rudd) (<i>S.erythrophthalmus</i>)
C14:0 miristik asit	4.11±0.45 ^a	3.27±0.66 ^b
C16:0 palmitik asit	19.49±0.64 ^a	15.85±0.47 ^b
C17:0 margarik asit	0.60±0.10 ^a	0.64±0.04 ^a
C18:0 stearik asit	5.29±0.56 ^a	24.55±0.24 ^b
C20:0 araşidik asit	0.30±0.12 ^a	4.25±0.46 ^b
C22:0 behenik asit	0.05±0.02 ^a	0.30±0.10 ^b
C24:0 lignoserik asit	0.41±0.06 ^a	0.23±0.14 ^b
Toplam Doymuş Yağ Asidi (ΣSFA) <i>Total Saturated Fatty Acids (ΣSFA)</i>	30.27±0.26^a	49.11±0.25^b
C14:1 ω5 miristoleik asit	0.16±0.05 ^a	0.52±0.11 ^b
C15:1 ω5 pentadekanoik asit	0.46±0.05 ^a	0.46±0.05 ^a
C16:1 ω7 palmitoleik asit	10.96±0.75 ^a	9.91±0.48 ^b
C17:1 ω8 heptadesenoik asit	0.93±0.14 ^a	0.44±0.06 ^b
C18:1 ω9 oleik asit	33.44±0.33 ^a	18.03±0.52 ^b
C20:1 ω9 eikosenoik asit	1.03±0.22 ^a	0.94±0.21 ^a
C22:1 ω9 erusik asit	0.28±0.15	ND
Toplam Tekli Doymamış Yağ Asidi(ΣMUFA) <i>Total Monounsaturated Fatty Acids (ΣMUFA)</i>	47.28±0.25^a	30.33±0.20^b
C20:3 ω3 eikosatrienoik asit	0.36±0.24 ^a	1.61±0.06 ^b
C20:5 ω3 eikosapentaenoik asit (EPA)	3.87±0.50 ^a	5.68±0.40 ^b
C22:5 ω3 dokosapentaenoik asit (DPA)	1.95±0.50 ^a	1.20±0.19 ^b
C22:6 ω3 dokosaheksaenoik asit (DHA)	9.24±0.58 ^a	3.72±0.24 ^b
Σ ω3	15.42±0.22^a	12.22±0.09^b
C18:2 ω6 linoleik asit	2.48±0.91 ^a	4.58±0.22 ^b
C18:3 ω6 linolenik asit	1.47±0.58 ^a	3.25±0.49 ^b
C20:2 ω6 eikosadienoik asit	0.35±0.04	ND
C20:3 ω6 eikosatrienoik asit	1.47±0.24	ND
C20:4 ω6 araşidonik asit	0.95±0.44 ^a	0.42±0.17 ^b
Σ ω6	6.73±0.32^a	8.25±0.17^b
Toplam Çoklu Doymamış Yağ Asidi (ΣPUFA) <i>Total Polyunsaturated Fatty Acids (ΣPUFA)</i>	22.15±0.27^a	20.47±0.11^b
ω3/ω6	2.29^a	1.48^b
Σ Yağ Asidi (Σ Fatty Acid)	99.71^a	99.92^a
Tanımlanamayan (Unidentified)	0.29^a	0.08^a

*ND=Algılanamayan (ND=Undetectable)

*Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak önemliliği belirtmektedir (p<0.05).

etmişlerdir. Onu izleyen ikinci önemli SFA ise stearik asit olmuştur. *S. erythrophthalmus* türündeki kas lipitlerinin yağ asidi bileşimleri ve bunun mevsimsel değişimlerinin incelendiği başka bir çalışmada, SFA içeriklerinin mevsimlere göre %26.79 ile %41.54 aralığında değişim gösterdiği ve en temel SFA'nın palmitik asit olduğu (%18.89-30.41) gözlenmiştir (Kalyoncu ve Abuoğlu, 2017). Serban Baraj Gölü'nde yaşayan *Sgualius cephalus*'da palmitik asit oranı %19.3 ve stearik asit oranı ise %5.7 olarak belirlenmiştir (Bulut ve Mert, 2014) ve bu sonucun bu çalışmada *A. anguilla* türünden elde edilen SFA profili ile çok benzer olduğu görülmektedir. Türkiye dışında Ghazali ve ark., (2013), Tanus Lagünü'nde yakaladıkları *A. anguilla* kas örneğinde gıda kısıtlaması altında yapılan bir yağ asidi analizi

çalışmasında, toplam doymuş yağ asidi fraksiyonu kas yağ asitlerinin %29'una ulaşmıştır ve esas olarak palmitik asit, stearik asit ve miristik asitten oluştuğu belirlenmiştir. Kemer Baraj Gölü'ndeki (Aydın), yılan (*A. anguilla*) ve yayın (*Silurus glanis*) balıklarının mevsimlere göre yağ asidi bileşimleri incelenmiş ve SFA yüzdesini oluşturan en yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri yine palmitik, stearik ve miristik asit olarak kaydedilmiştir (Algan, 2009).Yüksek oranda oleik asit ve palmitoleik asidin tatlı su balıkları için karakteristik olduğu bilinmektedir (Ackman, 1967; Bulut ve Mert, 2014). Algan (2009), Kemer Baraj Gölü'nde yılan ve yayın balığı üzerine yaptığı çalışmada tüm mevsimler için her iki balık türünde de en baskın MUFA'ların oleik asit ve palmitoleik asit olduğunu göstermiştir. Cital ve ark., (2014) da, Işıklı

Baraj Gölü'nden elde ettikleri *S. erythrophthalmus* türünde oleik asidin (%16.07) majör MUFA olduğunu tespit etmişlerdir. Mevsimsel farklılıklara bağlı incelenen çalışmada ise *S. erythrophthalmus* türünde oleik asit, mevsim ayırt etmeksizin en baskın MUFA olarak kaydedilmiştir. Bunu palmitoleik asit (%4.8-6.11) izlemektedir (Kalyoncu ve Abuoğlu, 2017). Türkiye'deki çeşitli göl, nehir ve barajlardan farklı tatlı su balıkları ile yapılan birçok çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Özoğul ve ark., 2007; Cengiz ve ark., 2010; Çakmak ve ark., 2012; Mısır ve ark., 2013; Özparlak, 2013; Bulut ve Mert, 2014; Özyılmaz ve Palalı, 2014).

Yapılan bu çalışmada MUFA değerleri *S. erythrophthalmus*'da %30.33 ve *A. anguilla*'da %47.28 olarak belirlenmiştir. Her iki balık türünde de baskın MUFA'nın literatürlerle örtüşen şekilde oleik asit olduğu (*A. anguilla* türünde %33.44, *S.erythrophthalmus* türünde %18.03) ve bunu palmitoleik asidin (*A. anguilla* türünde %10.96, *S. erythrophthalmus* türünde %9.91) izlediği görülmektedir. Her iki balık türünde de palmitoleik asit ve pentadekanoik asit oranlarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. *A. anguilla*'da erusik asit %0.28 olarak bulunmuş olup, *S. erythrophthalmus* türünde erusik asit tespit edilememiştir. Erusik asit (C 22:1) deniz balıklarının yağ asidi bileşiminde bulunurken tatlı su balıklarının bileşiminde nadiren görülen bir yağ asidi türüdür (Ackman, 1999).

Balıklar özellikle $\omega 3$ serisi yağ asitleri bakımından zengin önemli bir PUFA kaynağıdır. $\omega 3$ ve $\omega 6$ serisi uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinden bazıları esansiyel olarak kabul edilmektedir (Guil-Guerrero ve ark., 2011). Uzun zincirli $\omega 3$ serisi çoklu doymamış yağ asitlerinden özellikle eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n-3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n-3)'in insan sağlığı için oldukça önemli olduğu bilinmektedir (Harlioğlu, 2011). Çalışmada toplam PUFA değerleri *S. erythrophthalmus*'da %20,47, *A.anguilla*' da ise %22.15 olarak kaydedilmiş ve değerlerin birbirine yakın olduğu görülmüştür ($p<0.05$). *A. anguilla*' da DHA (%9.24), *S. erythrophthalmus*'da ise EPA (%5.68) en yüksek PUFA türleri olarak belirlenmiştir. İki balık türünde birbirine benzer DPA yüzdeleri (*A. anguilla*' da %1.95 ve *S. erythrophthalmus*'da %1.20) elde edilmiştir. C20:3 $\omega 3$, C20:5 $\omega 3$ EPA, C22:5 $\omega 3$ DPA ve C22:6 $\omega 3$ DHA'nın içinde bulunduğu toplam $\omega 3$ değeri *S. erythrophthalmus*' da %12.22 ve *A. anguilla*'da %15.42 olarak kaydedilmiştir ($p<0.05$). Toplam $\omega 6$ değeri ise *S. erythrophthalmus*'da %8.25 ve *A. anguilla*'da %6.73 olarak tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bazı $\omega 6$ yağ asitlerine kızkıkanat türünde rastlanmamıştır. Literatürlerden farklı olarak bu çalışmada her iki balık için de elde edilen PUFA değerleri, SFA ve MUFA değerlerinden oldukça düşüktür.

Balıkların beslenmedeki rolünde önemli bir

göstergenin PUFA'lardaki $\omega 3/\omega 6$ oranı olduğu bildirilmiştir (Bulut ve Mert, 2014). Bu değer yüksek olması insan sağlığını olumlu yönde etkilemektedir. Plazma lipidlerini azaltarak koroner kalp hastalığının önlenmesine yardımcı olmak için insan diyetindeki $\omega 3/\omega 6$ yağ asidi oranında bir artışın önemli olduğu ileri sürülmektedir (Kinsella ve ark., 1990; Özparlak, 2013). Bu yağ miktarlarının insan diyetindeki miktarlarının dengeli olması vücudun eikasonoid kontrollü fonksiyonları için de temeldir (Cengiz ve ark., 2010). $\omega 3/\omega 6$ oranının tatlı su balıklarında genellikle 1-4 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Bulut ve Mert, 2014). Tatlı su balıklarının en iyi $\omega 3/\omega 6$ PUFA değerinin 1.79 olduğu bildirilmiştir (Altair ve ark., 2001). Yapılan çalışmalarda $\omega 3$ ve $\omega 6$ PUFA sonuçları hem ortam koşullarına hem de balık türlerine göre farklılıklar göstermektedir. Özparlak (2013), kış ve yaz mevsimlerinde yağ asidi kompozisyonlarını incelediği *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*, *Leuciscus lepidus* ve *Sander lucioperca* balık türlerinde toplam $\omega 3$ 'ün hem yaz hem de kış mevsimlerinde toplam $\omega 6$ yağ asidinden daha yüksek bulunduğunu ve $\omega 3/\omega 6$ değerlerinin 1.06 ile 3.19 arasında değiştiğini gözlemlemiştir. Cengiz ve ark (2010), inceledikleri 9 farklı balık türünde 2 türün (*Alburnus mossulensis* ve *Liza abu*) $\omega 3$ değerlerini $\omega 6$ değerlerinden daha düşük tespit etmiştir. İnceledikleri diğer 7 balık türünde ise $\omega 3/\omega 6$ değerleri 1.04-3.53 aralığında değişmektedir. Özoğul ve ark (2007), Adana Seyhan Baraj Gölü'nden çıkardıkları tatlı su balıkları olan *Cyprinus carpio*, *Siluris glanis*, *Tinca tinca*, *Rutilus frisi*, *Sander lucioperca* türlerinde $\omega 3$ yüzdelerini $\omega 6$ yüzdelerinden daha yüksek, *Clarias gariepinus* türünde ise aynı oranda ($\omega 3/\omega 6$ değeri 1) tespit etmişlerdir.

Yapılan çalışmada iki balık türünde de toplam $\omega 3$ değeri, toplam $\omega 6$ değerine göre daha yüksek oranda tespit edilmiştir. $\omega 3/\omega 6$ değerleri *A. anguilla*'da 2.29 ve *S. erythrophthalmus*'ta 1.48 olup, bu sonuçların tatlı su balıklarının karakteristiğini yansıttığı söylenebilir. Cıtil ve ark., (2014), *S. erythrophthalmus* türünün kas örneğindeki $\omega 3/\omega 6$ PUFA değerini 2.15, Kalyoncu ve Abuoğlu (2017), *S. erythrophthalmus*'un mevsimsel farklılıklara göre kas lipidlerindeki $\omega 3/\omega 6$ PUFA değerini 1.08-1.98 aralığında tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada kızkıkanat türünde elde edilen $\omega 3/\omega 6$ değeri Cıtil ve ark., (2014)'nın bildirdiği değerden düşük, Kalyoncu ve Abuoğlu (2017)' nun bildirdiği değer aralığı ile ise uyumlu bulunmuştur. Algan (2009), incelemiş olduğu *A. anguilla* balığında sonbahardan yaza kadar toplam $\omega 3$ değerlerini %5.5-%9.3, toplam $\omega 6$ değerlerini ise %5-6 aralığında ve $\omega 3/\omega 6$ değerini ise sırasıyla 0.92, 1.4, 1.5, 1.7 olarak rapor etmiştir. Bu çalışmada yılan balığının $\omega 3/\omega 6$ değeri Algan (2009)'nın bildirdiği sonuç aralığından daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler yılan balığının kızkıkanata göre $\omega 3$ yönünden daha iyi bir

kaynak olduğunu göstermiştir. Büyük Menderes Nehri'nde (Aydın) yakalanan *S. erythrophthalmus* ve *A. anguilla* türlerinin her ikisinin de SFA ve MUFA yönünden daha zengin olduğu görülmüştür. Bu türlerden elde edilen $\omega 3/\omega 6$ değerlerinin 1'den yüksek olması sebebiyle ise insan sağlığı için önerilebilir besin kaynakları olabileceği kanısına varılmıştır.

SONUÇ

Bu çalışmada Aydın Büyük Menderes Nehri'nde yaşayan *S. erythrophthalmus* ve *A. anguilla* türlerinin yağ asidi kompozisyonları karşılaştırılmıştır. Elde edilen DHA, EPA, $\omega 3/\omega 6$ seviyeleri açısından bakıldığında özellikle yılan balığı insan diyeti için tavsiye edilen kriterlerde ve verimli bir besin kaynağı olarak belirlenmiştir ve her iki balık türünün de bölge halkı tarafından tüketimlerinin artırılması gerektiği düşünülmektedir. Ancak tüketicilerin daha bilinçli balık seçimi yapabilmesi ve balıkların yağ asidi bileşiminin ekolojik ve fizyolojik koşullardan ne ölçüde etkilendiğini bütünsel olarak görebilmek adına mevsimsel yağ asidi değişimine yönelik ek çalışmaların da yapılması önerilmektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Ackman RG 1967. Characteristics of The Fatty Acid Composition and Biochemistry of Some Freshwater Fish Oils and Lipids in Comparison With Marine Oils and Lipids. *Comparative Biochemistry Physiology*, 22 (3): 907-922.

Ackman RG 1999. Comparison of Lipids in Marine and Freshwater Organisms. (In *Lipids in Freshwater Ecosystems*, New York: Springer-Verlag; Ed. Arts MT, Wainman BC) 263-298.

Ackman RG 2002. Freshwater Fish Lipids an Overlooked Source of Beneficial Long Chain n-3 Fatty Acids. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104 (5): 253-254.

Algan B 2009. Kemer Baraj Gölü'ndeki (AYDIN) Yılan (*Anguilla Anguilla* L.1758) ve Yayın Bahğı (*Silurus Glanis* L.1758)'nın Toplam Yağ Asidi Bileşenlerinin Mevsimsel Değişimi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 74 sy.

Altair BM, Jesui VV, Nilson ES, Makoto M 2001. Fatty Acids Profile and Cholesterol Contents of Three Brazilian Brycon Freshwater Fishes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14 (6): 565-574.

Bağcı E, Can E 2015. Tath Su Balıklarında Yağ

Asitleri, Kolesterol ve Yağda Eriyen Vitaminler. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 3 (1): 2148-0273.

Bulut S, Mert R 2014. Determination of The Fatty Acid Composition in Muscle Tissue of *Squalius Cephalus* (L., 1758) Living Serban Dam Lake (Afyonkarahisar). *Erciyes University Journal of The Institute of Science and Technology*, 30(2):80-85.

Cakmak YS, Zengin G, Guler GO, Aktumsek A, Ozparlak H 2012. Fatty Acid Composition and $\omega 3/\omega 6$ Ratios of Muscle Lipids of Six Fish Species in Sugla Lake, Turkey. *Archives of Biological Sciences*, 64(2):471-477.

Cengiz EI, Ünlü E, 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.

Citil OB, Kalyoncu L, Kahraman O 2014. Fatty Acid Composition of The Muscle Lipids of Five Fish Species in Işıklı and Karacaören Dam Lake, Turkey. *Veterinary Medicine International*, Artical ID 936091.

Çaklı Ş 2007. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir, 696 sy.

Darlington LG 1988. Do Diets Rich in Polyunsaturated Fatty Acids Affect Disease Activity in Rheumatoid Arthritis? *Annals of The Rheumatic Diseases*, 47: 169-172.

Dunbar BS, Bosire RV, Deckelbaum RJ 2014. Omega 3 and Omega 6 Fatty Acids in Human and Animal Health: An African Perspective. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 398: 69-77.

Edwards R, Peet M, Shay J, Horrobin D 1998. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid Levels in The Diet and in Red Blood Cell Membranes of Depressed Patients. *Journal of Affective Disorders*, 48: 149-155.

Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH 1957. A Simple Method for The Isolation and Purification of Total Lipids from Animal Tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497-509.

Ghazali N, Boussoufa D, Navarro JC, Cafsi ME 2013. Lipid and Fatty Acid Variations in Muscle Tissues of The 'Yellow' Stage of The European Eel (*Anguilla anguilla*) during Short-term Adaptation to Freshwater and Seawater under Food Deprivation. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 45 (6): 385-395.

Guil-Guerrero JL, Venegas-Venegas E, Rincon-Cervera MA 2011. Fatty Acid Profiles of Livers from Selected Marine Fish Species. *Journal of Food Composition Analysis*, 24: 217-222.

Harhoğlu AG 2011. Balık Artıklarının Balık Yemlerinde Kullanılan Yağların Elde Edilmesinde Kullanımı. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 7(2): 56-63.

Henderson RJ, Tocher DR 1987. The Lipid Composition and Biochemistry of Freshwater Fish.

- Progress in Lipid Research, 26: 281-347.
- Innis SM 1991. Essential Fatty Acids in Growth and Development. Progress in Lipid Research, 30: 39-103.
- James MJ, Cleland LG 1996. Dietary Polyunsaturated Fats and Inflammation. Proceedings of The Nutrition Society of Australia, 20: 71-77.
- Jump DB 2002. The Biochemistry of n-3 Polyunsaturated Fatty Acids. Journal of Biological Chemistry, 277: 8755-8758.
- Kalyoncu L, Abuoğlu Z 2017. Seasonal Differences in The Muscle Fatty Acid Profiles of Two Freshwater Fish Species (*Scardinius erythrophthalmus*, *Squalius cephalus*). Biological Diversity and Conservation, 10(1): 104-109.
- Kamler E, Wolnicki J, Kamiński R, Sikorska J 2008. Fatty Acid Composition, Growth and Morphological Deformities in Juvenile cyprinid, *Scardinius erythrophthalmus* Fed Formulated Diet Supplemented with Natural Food. Aquaculture, 278: 69-76.
- Kandemir Ş, Polat N 2007. Seasonal Variation of Total Lipid and Total Fatty Acid in Muscle and Liver of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Reared in Derbent Dam Lake. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 7: 27-31.
- Kinsella JE, Lokesh B, Stone RA 1990. Dietary n-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Amelioration of Cardiovascular Disease: Possible Mechanisms. The American Journal of Clinical Nutrition, 52: 1-28.
- Lee KW, Lip GYH 2003. The Role of Omega-3 Fatty Acids in Secondary Prevention of Cardiovascular Disease. Quarterly Journal of Medicine, 96: 465-480.
- Łuczyńska J, Paszczyk B, Łuczyński MJ 2014. Fatty Acid Profiles in Marine and Freshwater Fish from Fish Markets in Northeastern Poland. Archives of Polish Fisheries, 22: 181-188.
- McManus RM, Jumpson J, Finegood DT, Clandinin MT, Ryan EA 1996. A Comparison of The Effects of n-3 Fatty Acids from Linseed Oil and Fish Oil in Well-controlled type II Diabetes. Diabetes Care, 19 (5): 463-467.
- Mısır GB, Kutlu S, Çibuk S 2013. Determination of Total Lipid and Fatty Acid Composition of Pearl Mullet (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 13: 777-783.
- Osman H, Suriah AR, Law EC 2001. Fatty Acid Composition and Cholesterol Content of Selected Marine Fish in Malaysian waters. Food Chemistry, 73 (1): 55-60.
- Ozogul Y, Ozogul F, Alagoz S 2007. Fatty Acid Profiles and Fat Contents of Commercially Important Seawater and Freshwater Fish Species of Turkey: A Comparative Study. Food Chemistry, 103 (1): 217-223.
- Özparlak H 2013. Effect of Seasons on Fatty Acid Composition and n-3/n-6 Ratios of Muscle Lipids of Some Fish Species in Apa Dam Lake, Turkey. Pakistan Journal of Zoology, 45 (4): 1027-1033.
- Özyılmaz A, Palalı B 2014. Atatürk Baraj Gölü'nde Avlanan Bazı Balıkların Et Verimleri, Yağ Seviyeleri ve Yağ Asitleri Bileşenleri, Yunus Araştırma Bülteni, 3: 29-36.
- Sargent JR, Bell JG, Bell MV, Henderson RJ, Tocher DR 1995. Requirements Criteria for Essential Fatty Acids. Journal of Applied Ichthyology, 11: 183-198.
- Simopoulos AP 1991. Omega-3 Fatty Acids in Health and Disease and in Growth and Development. American Journal Clinical Nutrition, 54: 463-483.
- Simopoulos AP 2002. The Importance of The Ratio of omega-6/omega-3 Essential Fatty Acids. Biomedicine&pharmacotherapy, 56: 365-379.
- Varljen J, Sulic S, Brmalj J, Baticic L, Obersnel V, Kapovic M 2003. Lipid Classes and Fatty Acid Composition of *Diplodus vulgaris* and Conger conger Originating from the Adriatic Sea. Food Technology and Biotechnology, 41 (2): 49-156.
- Vlieg P, Body DB 1988. Lipid Contents and Fatty Acid Composition of Some New Zealand Freshwater Finfish and Marine Finfish, Shellfish and Roes. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 22: 151-162.