



Alburnoides velioglui (Turan vd., 2014)'nin Yağ Asidi Profili: Pülümür Çayı (Tunceli) Örneği

Esin ÖZÇİÇEK¹, Filiz Kutluyar KOCABAŞ¹, Mehmet KOCABAŞ^{2*}, Görkem Kırmızıakaya ÖZMEN³, Ökkeş YILMAZ³

¹ Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Tunceli, Türkiye.

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü, Trabzon, Türkiye

³ Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Elazığ, Türkiye.

*E-mail: mkocabas@hotmail.com

Makale Bilgisi :

Geliş:
03/09/2024
Kabul Ediliş:
26/11/2024

Anahtar

Kelimeler:

- Balık
- Yağ asidi
- GC-MS
- Besin değeri

Öz

Bu çalışmada, Pülümür Çayı'ndan yakalanan Alburnoides velioglui türünün kas dokusundaki yağ asidi profili belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, 9 doymuş yağ asidi (SFA), 8 tekli doymamış yağ asidi (MUFA) ve 9 çoklu doymamış yağ asidini (PUFA'lar) içeren toplam 26 yağ asidi tespit edilmiştir. Sonuçlarımız kas dokusundaki çoklu doymamış yağ asitlerinin (%49,38) doymuş yağ asitlerine göre daha yüksek miktarlarda bulunduğunu göstermiştir ve bunu MUFA'lar (%26,02) ve SFA'lar (%24,5) izlemiştir. Palmitik asit (C16:0) (%16,19) ana doymuş yağ asidiyken, linoleik asit (C18:2 n-6) (%14,67) ile dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6 n-3) (%13,75) ana çoklu doymamış yağ asidi olduğu belirlenmiştir. Temel Bileşenler Analizi (TBA), C14:0 ve C15:0, C16:1 n-7, C17:0, C18:3 n-3, C20:1 ve C20:3 arasında güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, A. velioglui besin açısından insan tüketimi için değerlidir ve tüketici tarafından alternatif gıda olarak tüketilebilir.

Fatty Acid Profile of Alburnoides velioglui (Turan et al., 2014): Pülümür Stream (Tunceli) Sample

Article Info

Received:
03/09/2024
Accepted:
26/11/2024

Keywords:

- Fish
- Fatty acid
- GC-MS
- Nutritional value

Abstract

In this study, the fatty acid profile in the muscle tissue of the Alburnoides velioglui species caught from the Pülümür Stream was determined. As a result of the study, a total of 26 fatty acids were identified, including 9 saturated fatty acids (SFAs), 8 monounsaturated fatty acids (MUFAs) and 9 polyunsaturated fatty acids (PUFAs). Our results showed that polyunsaturated fatty acids (49.38%) were present in higher amounts than saturated fatty acids in muscle tissue, followed by MUFAs (26.02%) and SFAs (24.5%). Palmitic acid (C16:0) (16.19%) is the main saturated fatty acid, while linoleic acid (C18:2 n-6) (14.67%) and docosahexaenoic acid (DHA, C22:6 n-3) (13% ,75) was determined to be the main polyunsaturated fatty acid. Principal Components Analysis (PCA) showed that C14:0 and C15:0, C16:1 n-7, C17:0, C18:3 n-3, C20:1 and C20:3 were strongly associated. In conclusion, A. velioglui is nutritionally valuable for human consumption and can be consumed by the consumer as an alternative food.

Atıf bilgisi / Cite as: Özçiçek, E., Kocabaş, F. K., Kocabaş, M., Özmen, G.K. & Yılmaz, Ö. (2024). Alburnoides velioglui (Turan vd., 2014)'nin Yağ Asidi Profili: Pülümür Çayı (Tunceli) Örneği. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 10 (3), 154-161. DOI: 10.58626/menba.1542856

GİRİŞ

Tatlı su balıkları önemli bir protein kaynağı olmalarının yanında, besin açısından değerli lipitler ve yağ asitleri (FA) de içerirler. Bir grup uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA'lar) zengin bir kaynağı olarak bilinir. PUFA, balıklar ve insanlar da dahil olmak üzere tüm omurgalılarda normal büyüme, gelişme ve üreme için gereklidir. Omurgalılar n-3 veya n-6 yağ asitlerini sentezleyemediklerinden dolayı bunların diyet yoluyla sağlanması gerekir. İnsan sağlığı açısından, n-3 PUFA'lar hipertansiyon, inflamasyon, sedef hastalığı, saldırganlık, depresyon ve kanser üzerinde faydalı etkilere sahiptir (Haliloglu vd., 2004; González vd., 2006; Can et al., 2015; Suresh et al., 2018; Amoussou et al., 2022; Balıkçı, 2024).

Balıklarda n-3 PUFA'lar, özellikle eikosapentaenoik asit (EPA) (20:5 n-3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) (22:6 n-3), hücrel membranların fosfolipidlerinde yüksek konsantrasyonlarda bulunur ve DHA özellikle retina ve beyinde bol miktarda bulunur (Can et al., 2015; Suresh et al., 2018). Bu dokuların uyarılabilir membranlarının yapısını ve fonksiyonunu sürdürmede önemli bir role sahiptir (Lauritzen vd., 2001). Ayrıca EPA, kanın pıhtılaşması, bağışıklık tepkisi, inflamatuvar tepki, kardiyovasküler ton, böbrek ve sinir fonksiyonu gibi çok çeşitli fizyolojik etkilere sahip olan, biyolojik açıdan oldukça aktif bir bileşik grubu olan eikosanoidlerin öncüleridir. Balıklarda yüksek konsantrasyonlarda bulunan n-3 PUFA'nın ve özellikle EPA ve DHA alımının bu nedenle birçok sağlık bozukluğuna karşı faydalı olduğu düşünülmektedir (Amoussou et al., 2022; Balıkçı, 2024). DHA ve EPA gibi n-3 serisi uzun zincirli PUFA tüketiminin artırılmasının, birçok kardiyovasküler problemin ve inflamatuvar durumun önlenmesinde veya hafifletilmesinde etkili olduğu önceki çalışmalarda bildirilmiştir (Connor, 2000). Bu nedenle balık, insan beslenmesinde önemli bileşenler içerir.

Alburnoides velioglui, Cyprinidae familyasında yer alan bentopelajik bir türdür ve Türkiye'de Doğu Anadolu Bölgesinde Fırat Nehri drenajlarında (Sırlı ve Toprakkale dereleri [Karasu drenajları] ve Karasu Deresi) Turan vd. (2014) tarafından yeni bir tür olarak tanımlanmıştır. Bu çalışma, *A. velioglui*'nin yağ asitleri profilini ortaya koyan ilk çalışmadır. Çalışmanın amacı, Pülümür Çayı'ndan avlanan *A. velioglui*'nin yağ asidi kompozisyonunu belirlemektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

A. velioglui (n=15, boy=11,33±2,24, ağırlık=22,33±4,44) örnekleri Pülümür Çayı'ndan Nisan-Mayıs ayları arasında elektroşokla yakalanmıştır (Şekil 1). Yakalanan balık örnekleri, aynı gün Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarına getirilmiş ve her bir numunenin dorsal bölgelerinden yaklaşık 5 gram yenilebilir kas dokusu alınmıştır. Alınan bu dokular, plastik tüplere yerleştirilerek analiz edilene kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

Analizler için örneklerin yumuşak dokuları ayrıştırılarak homojenize edilmiştir. Yağ asidi profilini elde etmek için kas örneklerinin lipit ekstraksiyonu Hara ve Radin (1978)'de açıklanan yönteme göre belirlenmiştir. Kas örnekleri hekzan-izopropanol karışımı ile homojenize edilmiştir ve 10 dk. boyunca santrifüjden (8000 rpm) sonra organik faz toplanmıştır. Yağ asidi metil esterleri (FAME), %2 metanolik sülfürik asit ile trans-metilasyon yoluyla elde edilmiştir. Bu karışımın inkübasyonu 55°C'de 15 saat süreyle gerçekleştirilmiştir. Daha sonra numuneler oda sıcaklığında soğutulmuş ve %5 sodyum klorür ilave edilerek vortekste çalkalanmıştır. Tüplerdeki FAME'lerin ekstraksiyonu için hekzan kullanılmıştır. Faz ayrımı için KHCO₃ (%2) ilavesi yapılmıştır. Hekzan fazının bir nitrojen akışıyla buharlaştırılmasından sonra, lipit ekstraktı heptan içinde çözülmüş ve daha sonra 2 mL'lik otomatik numune alma şişelerine bölünmüştür (Christie, 1992). FAME'leri ölçmek için gaz kromatografisi (Shimadzu GC 17) kullanılmıştır. Numuneler, FAME'leri ayırmak için Rtx® 2330 GC kolonu (30 m, 0,25 mm ID, 0,25 µm df) ile donatılmış gaz kromatografisine enjekte edilmiştir. Kolonun sıcaklığı 148–218°C'de sabitlenmiş, kolon enjeksiyonunun çalışma koşulları aşağıda takip eden sırasıyla gerçekleştirilmiştir: enjektör ve dedektörün sıcaklıkları sırasıyla 240 ve 280°C idi. Başlangıç etüv sıcaklığı 1 dk. süreyle 148°C'de programlanmış ve 5°C/dakika hızla 200 °C'ye, 4 °C/dk. hızla 200 °C'ye ve son olarak 218 °C'ye çıkarılmıştır. Numunelerin yağ asidi analizi öncesinde standart yağ asitleri metil ester karışımından (Supelco® 37 Component FAME Mix) koruyucu yapıdaki yağ asitlerinin yerleri belirlenmiştir. Daha sonra sterilizasyon analizleri yapılmıştır. Shimadzu GC 2010 Plus, GC Solution işletim programıyla çalıştırılmıştır. Bu program ile cihaz çalıştırılarak numune ve standartların analizleri yapılmıştır. Hesaplama Lab Solution 5.67 (Kyoto Japan) programıyla yapılmıştır. FAME'lerin göreceli miktarlarını hesaplamak için harici standart yöntem kullanılmıştır. Buradan alan normleştirme modu seçilerek toplam yağ asidi içindeki her bir yağ asidinin bağıl değerleri hesaplanmıştır.

Elde edilen veriler, ortalama±standart sapma (SD) olarak ifade edilmiştir. Veri görselleştirmesini ve yorumlamasını güçlendirmek için temel bileşen analizinde (PCA) XLSTAT yazılımı (versiyon 2015.5) kullanılmıştır.

BULGULAR

Balıkların kas dokularındaki yağ asidi profilleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Şekil 2, *A. velioglui*'nin kas dokularındaki yağ asidi profilinin alan grafiğini göstermektedir. Toplam 9 SFA [laurik asit (C12:0), miristik asit (C14:0), pentadekanoik asit (C15:0), palmitik asit (C16:0), margaritik asit (C17:0), stearik asit (C18:0), heneikosanoik asit (C21:0), behenik asit (C22:0), lignocerik asit (C24:0)] kas dokularında tespit edilmiştir. PUFA'ların içeriği (%49,38) en yüksek konsantrasyona ulaşmış, bunu MUFA'lar (%26,02) ve SFA'lar (%24,5) izlemiştir. C16:0 majör SFA, C18:1 n-9 majör MUFA ve C22:6 n-3 majör PUFA olarak belirlenmiştir.

Şekil 3, PC1 (birinci temel bileşen: %52,74) ve PC2'nin (ikinci temel bileşenler: %21,29) kümülatif olarak varyansın %74,03'ini açıkladığını göstermektedir. C12:0, C14:1, C18:1 n-9, C18:2 n-6, C18:3 n-6 ve C20:3 n-3'ün kas dokusu için negatif skorları vardır. PC1, C14:0, C15:0, C16:1 n-7, C17:0, C18:3 n-3, C20:1 ve C20:3 değişkenleriyle pozitif korelasyon göstermiştir.

TARTIŞMA

Yağ asidi bileşimindeki farklılıklar balığın beslenme alışkanlıklarındaki değişikliklerle ilişkili olabilir (Norrobin vd., 1990). Bunun dışında balığın büyüklüğü, yaşı, üreme durumu, çevre koşulları ve özellikle su sıcaklığı, balık kasının lipit içeriğini ve yağ asidi kompozisyonunu belirli ölçüde etkilemektedir (Ackman, 1989).

Doymuş yağ asitlerinin toplam tekli doymamış yağ asitlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Palmitik asit, *A. velioglui* için %16,19 oranında birincil doymuş yağ asidiydi. Literatürde diğer balık türleri için de benzer sonuçlar rapor edilmiştir (Çelik vd., 2005; Guler vd., 2008; Rahman vd., 1995). Stearik asit (C18:0) ikinci ana SFA olarak belirlenmiştir (%5,36).

Oleik asidin (C18:1 n-9) doğal üreme, gonadal olgunlaşma ve embriyonik süreçlerdeki önemi önceki çalışmalarla vurgulanmıştır (Perez vd., 2007; Quir'os-Pozo vd., 2023). Oleik asit (C18:1 n-9) (%15,48), *A. velioglui* türünde ana MUFA olarak tanımlanmıştır ve ikinci baskın MUFA'nın palmitoleik asit C16:1 n-7 (%5,04) olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Guler vd. (2007), Türkiye'de tatlı suda yaşayan *Sander lucioperca* kas dokusundaki ana MUFA'nın C18:1 n-9 olduğunu bulmuşlardır. Akpınar vd. (2009)'a göre, erkek ve dişi *Salmo trutta macrostigma*'nın kasında (%22,4-22,1) bulunan başlıca MUFA oleik asittir. Kızmaz vd. (2021), *Alburnus tarichi* türünün kas dokusundaki ana MUFA'nın C18:1 n-9 olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek düzeyde oleik asidin tatlı su balık yağlarının karakteristik bir özelliği olduğu rapor edilmiştir (Andrade vd., 1995; Bayar vd., 2021).

Çalışmadan elde edilen veriler, DHA'nın (22:6 n-3) *A. velioglui* türünün kas lipitlerinde baskın yağ asidi olduğunu göstermiştir. Sargent (1996), başta DHA olmak üzere n-3 PUFA'ların balık hücrelerinin yapısını ve fonksiyonel bütünlüğünü korumada rol oynadığını bildirmiştir. EPA ve DHA yüzdeleri sırasıyla %7,13 ve %13,75 idi. Bu nedenle, iyi bir EPA ve DHA kaynağıdır. Balık kasındaki EPA ve DHA gibi PUFA'ların yüzdeleri diyetle bağlıdır (Sargent, 1996). Beslenme uzmanları, n-6/n-3 oranının 5:1 olması gerektiğine ve gıdalara n-3 PUFA'ların eklenmesinin beslenme tablosunu iyileştirebileceğine ve hastalıkların önlenmesine yardımcı olabileceğine inanmaktadır. Günlük alım için EPA ve DHA miktarlarının 200-1000 mg aralığında olduğu öne sürülmüştür (Inhamuns ve Franco, 2008). Inhamuns ve Franco (2008), orta Amazonya'daki iki tatlı su balığı türünde (*Hypophthalmus* sp. ve *Cichla* sp.) EPA ve DHA'yı belirlemiştir. Araştırmacılar, tatlı su türlerinde nispeten yüksek miktarda DHA bulunduğunu bildirmişlerdir. Gokce vd. (2004), insan beslenmesinde hayati bir role sahip olan EPA ve DHA'nın *Solea solea*'daki yüzdelerinin sırasıyla 3,36-4,26 ve 16,8-20,2 olduğunu bildirmişlerdir.

Tatlı su balıkları normalde n-6 PUFA içerirken; deniz balıkları, özellikle DHA ve EPA olmak üzere n-3 yağ asitleri açısından zengindir (Wang, 1990). Çalışmamızda toplam n-6 PUFA düzeyi %20,66, γ -linolenik asit (%0,11), araşidonik asit (%5,88) ve linoleik asit (%14,67) olduğu belirlenmiştir. Bu yağ asitlerinde araşidonik asit düzeyi oldukça önemlidir. Araşidonik asit, kan pıhtı oluşumunu ve bunun yara iyileşmesi sırasında endotelial dokuya bağlanmasını etkileyen prostaglandin ve tromboksanın öncüsüdür (Bowman ve Rand, 1980). İncelenen dokuların n-6 PUFA fraksiyonlarında C18:3 n-6'nın düşük olduğu görülmüştür. Çalışmamızda, Ozogul vd. (2007) tarafından tatlı su balıkları olan *Cyprinus carpio*, *Silurus glanis*, *Tinca tinca*, *Rutilus frisi*, *Sander lucioperca* türlerinde ve Bayar vd. (2021) tarafından *Scardinius erythrophthalmus* (kızılkanat) ve *Anguilla anguilla* (yılan balığı) sonuçlarına benzer olarak toplam n-3 PUFA yüzdelerinin n-6 PUFA yüzdelerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

n-3/n-6 oranı, balık yağlarının besin değerini karşılaştırmak için iyi bir indekstir (Pigott ve Tucker, 1990). Bu çalışmada veriler n-3/n-6 oranının 1,39 olduğunu göstermektedir. Plazma lipitlerini azaltarak koroner kalp hastalığını önlemeye yardımcı olmak ve kanser riskini azaltmak için diyetle insan diyetindeki n-3/n-6 yağ asidi oranının artması önemlidir (Kinsella vd., 1990). İskandinavya, Hollanda ve Japonya'da yapılan araştırmalar, haftada yaklaşık iki kez balık yiyen kişilerin (toplam haftalık alım 240 gram), nadiren balık yiyen kişilere göre kalp krizi riskinin daha düşük olduğunu göstermiştir (Wardlaw vd., 1992). Guler vd. (2007) n-3/n-6 yağ asitlerinin oranının ilkbaharda 1,49, sonbaharda 1,45, kışın 1,22 olduğunu ve en düşük değer (0,72) yaz aylarında *Sander lucioperca*'da olduğunu belirlemiştir. Tatlı su balığı *Sander lucioperca*'da n-6 yağ asitlerinin yüksek olması yaz aylarında n-3/n-6 oranını düşürmüştür. Kalyoncu vd. (2009) *Vimba vimba tenella* türünde n-3/n-6 oranının ilkbaharda 1,4, yazın 1,5, sonbaharda 1,2 ve kışın 1,4 olduğunu göstermektedir. Çalışmamız *A. velioglui* için yüksek n-3/n-6 oranı nedeniyle insan tüketimi için besin değeri yüksek bir tatlı su balığı türü olduğunu ortaya koymuştur.

Değişkenler arasındaki ilişkiler temel bileşenler analizi (PCA) kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmadaki veriler, C14:0 ve C15:0, C16:1 n-7, C17:0, C18:3 n-3, C20:1 ve C20:3 arasında güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu değişkenler C12:0, C14:1, C18:1 n-9, C18:2 n-6, C18:3 n-6, C20:3 n-3 ile negatif korelasyon göstermiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma, Pülümür Çayı'ndan elde edilen *A. velioglui*'nin, EPA, DHA seviyeleri ve n-3/n-6 oranı dikkate alındığında insan beslenmesinde değerli bir besin olduğunu göstermiştir. Ayrıca, *A. velioglui*'nin iyi bir n-3 yağ asidi kaynağı olduğu belirlenmiştir.

Etik Standartlara Uyum

a) Yazarların katkıları

1. E.Ö.: Çalışmayı tasarladı, laboratuvar çalışmasını gerçekleştirdi ve verileri yorumladı.

2 F.K.K.: Çalışmayı tasarladı, laboratuvar çalışmasını gerçekleştirdi ve verileri yorumladı.

3. M.K.: Balık örneklemesini gerçekleştirdi ve verileri yorumladı.

4. G.K.Ö.: Laboratuvar çalışmasını gerçekleştirdi.

5. Ö.Y.: Laboratuvar çalışmasını gerçekleştirdi.

b) Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ettiler.

c) Hayvanların Refahına İlişkin Beyan

Çalışma protokolü Munzur Üniversitesi Hayvan Araştırmaları Yerel Etik Kurulu (Protokol no: 36-01) tarafından onaylandı.

d) İnsan Hakları Beyanı

Bu çalışma insan katılımcıları kapsamamaktadır.

KAYNAKLAR

- Ackman, R. G. (1989). Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in Food and Nutrition Science*, 13, 161–241.
- Akpınar, M. A., Görgün, S., & 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.
- Amoussou, N., Marengo, M., Iko Afé, O. H., Lejeune, P., Durieux, É. D. H., Douny, C., Scippo, M.-L., & Gobert, S. (2022). Comparison of fatty acid profiles of two cultivated and wild marine fish from Mediterranean Sea. *Aquaculture International*, 30(3), 1435–1452.
- Andrade, A. D., Rubira, A. F., Matsushia, M., & Souza, N. E. (1995). Omega3 fatty acids in freshwater fish from South Brazil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 72(10), 1207–1210.
- Balıklı, E. (2024). Influence of seasons and fish body parts on fatty acid profile and effect of seasons on proximate composition of Anatolian khramulya (*Capoeta tinca*) and Colchic khramulya (*Capoeta sieboldii*) captured from the Çekerek Dam in Yozgat, Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 132, Article 105048.
- 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 Journal of Agriculture and Natural*, 24(2), 260–266.
- Bowman, W. C., & Rand, M. J. (1980). *Textbook of pharmacology* (2nd ed.). Oxford, UK: Blackwell.
- Can, M. F., Günlü, A., & Can, H. Y. (2015). Fish consumption preferences and factors influencing it. *Food Science and Technology*, 35(2), 339–346.
- Christie, W. W. (1992). *Gas Chromatography and Lipids*. The Oil Press.
- Connor, W. E. (2000). Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 171–175.
- Çelik, M., Diler, A., & Kucukgulmez, A. (2005). A comparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander (*Sander lucioperca*) from two different regions and climatic conditions. *Food Chemistry*, 92, 637–641.
- Gonzalez, S., Flick, G. J., O'Keefe, S. F., Duncan, S. E., Mclean, E., & Craig, S. R. (2006). Composition of farmed and wild yellow perch (*Perca flavescens*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 720–726.
- Gokce, M. A., Tasbozan, O., Celik, M., & Tabakoglu, S. S. (2004). Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). *Food Chemistry*, 88, 419–423.
- Guler, G. O., Aktumsek, A., Cital, O. B., Arslan, A., & Torlak, E. (2007). Seasonal variations on total fatty acid composition of fillets of zander (*Sander lucioperca*) in Beysehir Lake (Turkey). *Food Chemistry*, 103, 1241–1246.
- Guler, G. O., Kiztanir, B., Aktumsek, A., Cital, O. B., & Ozparlak, H. (2008). Determination of the seasonal changes on total fatty acid composition and n-3/n-6 ratios of carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle lipids in Beysehir Lake (Turkey). *Food Chemistry*, 108, 689–694.
- Haliloglu, I., Bayir, A., Sirkecioglu, N., Aras, N. M., & Atamanalp, P. (2004). Comparison of fatty acid composition in some tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. *Food Chemistry*, 86, 55–59.
- Hara, A. R., & Radin, N. S. (1978). Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. *Analytical Biochemistry*, 90(1), 420-426.

- Inhamuns, A. J., & Franco, M. R. B. (2008). EPA and DHA quantification in two species of freshwater fish from Central Amazonia. *Food Chemistry*, 107, 587–591.
- Kalyoncu, L., Kıssal, S., & Aktumsek, A. (2009). Seasonal changes in the total fatty acid composition of Vimba, *Vimba vimba tenella* (Nordmann, 1840) in Eğirdir Lake, Turkey. *Food Chemistry*, 116(1), 728-730.
- Kızmaz, V., Başhan, M., & Çiçek, T. (2021). Seasonal variation of fatty acid composition in muscle total lipids of male and female individuals of *Alburnus tarichi*. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(1), 91-98.
- Kinsella, J. E., Lokesh, B., & Stone, R. A. (1990). Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: Possible mechanisms. *American Journal of Clinical Nutrition*, 52(1), 1–28.
- Lauritzen, L., Hansen, H. S., Jorgensen, M. H., & Michaelsen, K. F. (2001). The essentiality of long chain n-3 fatty acids in relation to development and function of the brain and retina. *Progress in Lipid Research*, 40, 1–94.
- Norrobin, M. F., Olsen, R. E., & Tande, K. S. (1990). Seasonal variation in lipid class and fatty acid composition of two small copepods in Balsfjorden, northern Norway. *Marine Biology*, 105, 205–211.
- 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.
- Perez, M. J., Rodríguez, C., Cejas, J. R., Martín, M. V., Jerez, S., & Lorenzo, A. (2007). Lipid and fatty acid content in wild white seabream (*Diplodus sargus*) broodstock at different stages of the reproductive cycle. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 146(2), 187–196.
- Pigott, G. M., & Tucker, B. W. (1990). *Effects of technology on nutrition*. New York: Marcel Dekker.
- Quirós-Pozo, R., Robaina, L., Calderón, J. A., & Filgueira, J. R. (2023). Reproductive management of the mugilid *Liza aurata* and characterization of proximate and fatty acid composition of broodstock tissues and spawning. *Aquaculture*, 564, 739055.
- Rahman, S. A., Huah, T. S., Hassan, O., & Daud, N. M. (1995). Fatty acid composition of some Malaysian freshwater fish. *Food Chemistry*, 54(1), 45–49.
- Sargent, J. R. (1996). Origins and functions of egg lipid. In N. R. Bromage & R. J. Roberts (Eds.), *Broodstock management and egg and larval quality* (pp. 353–372). Oxford: Blackwell.
- Suresh, P. V., Kudre, T. G., & Johny, L. C. (2018). Sustainable valorization of seafood processing by-product/discard. In *Book title* (pp. 111–139). Publisher.
- Turan, D., Kaya, C., Ekmekçi, F. G., & Doğan, E. (2014). Three new species of *Alburnoides* (Teleostei: Cyprinidae) from Euphrates River, Eastern Anatolia, Turkey. *Zootaxa*, 3754(2), 101-116.
- Wang, Y. J., Miller, L. A., Perren, M., & Addis, P. B. (1990). Omega-3 fatty acids in Lake Superior fish. *Journal of Food Science*, 55(1), 71–73.
- Wardlaw, G. M., Insel, P. M., & Seigler, M. F. (1992). *Contemporary nutrition-issues and insights*. St. Louis, USA: Mosby.

ÇİZELGELER

Çizelge 1. Pülümür Çayı'ndaki *Alburnoides velioglui*'nin kas dokularındaki yağ asidi kompozisyonu (%)

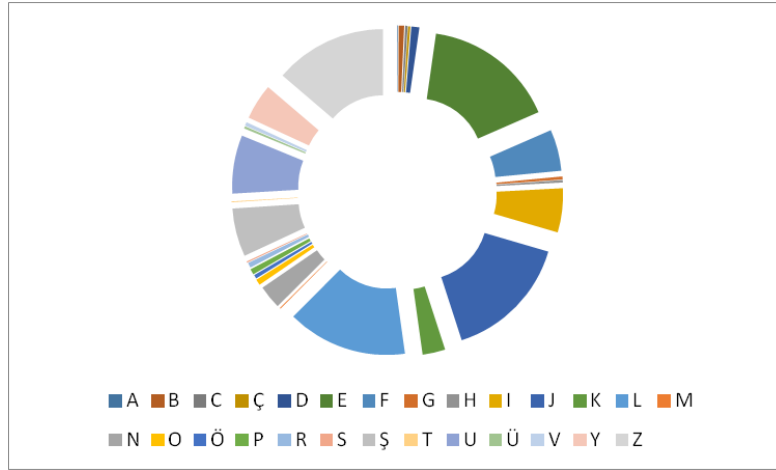
Yağ asidi	Kas (%)
SFA (Doymuş Yağ Asidi)	
C12:0 (Laurik asit)	0,07±0,18
C14:0 (Miristik asit)	0,67±0,54
C15:0 (Pentadekanoik asit)	0,26±0,16
C16:0 (Palmitik asit)	16,19±2,04
C17:0 (Margarinik asit)	0,37±0,18
C18:0 (Stearik asit)	5,36±0,76
C21:0 (Heneikosanoik asit)	0,69±0,65
C22:0 (Behenik asit)	0,61±0,59
C24:0 (Lignocerik asit)	0,28±0,36
MUFA (Tekli Doymamış Yağ Asidi)	
C14:1 (Miristoleik asit)	0,29±0,47
C15:1 (cis-10-pentadekanoik asit)	0,97±0,28
C16:1 n-7 (Palmitoleik asit)	5,04±2,60
C17:1 (Heptadekanoik asit)	0,31±0,18
C18:1 n-9 (Oleik asit)	15,48±6,87
C18:1 n-11 (Vaccenik asit)	2,78±0,75
C20:1 (Eikosanoik asit)	0,72±0,73
C24:1 (Nervonik asit)	0,43±0,48
PUFA (Çoklu Doymamış Yağ Asidi)	
C18:2 n-6 (Linoleik asit)	14,67±5,64
C18:3 n-3 (α-Linolenik asit)	2,87±0,95
C18:3 n-6 (γ-Linolenik asit)	0,11±0,28
C20:3 (dihomo-gamma-linolenic asit)	0,47±0,45
C20:3 n-3 (Eikosatrienoik asit)	0,15±0,40
C20:4 n-6 (Araşidonik asit)	5,88±1,82
C20:5 n-3 (Eikosapentaenoik asit)	7,13±3,40
C22:5 n-3 (Dokosapentaenoik asit)	4,35±1,89
C22:6 n-3 (Dokosaheksaenoik asit)	13,75±6,71
ΣSFA	24,5

ΣMUFA	26,02
ΣPUFA	49,38
Σn-3	28,72
Σn-6	20,66
n-3/ n-6	1,39

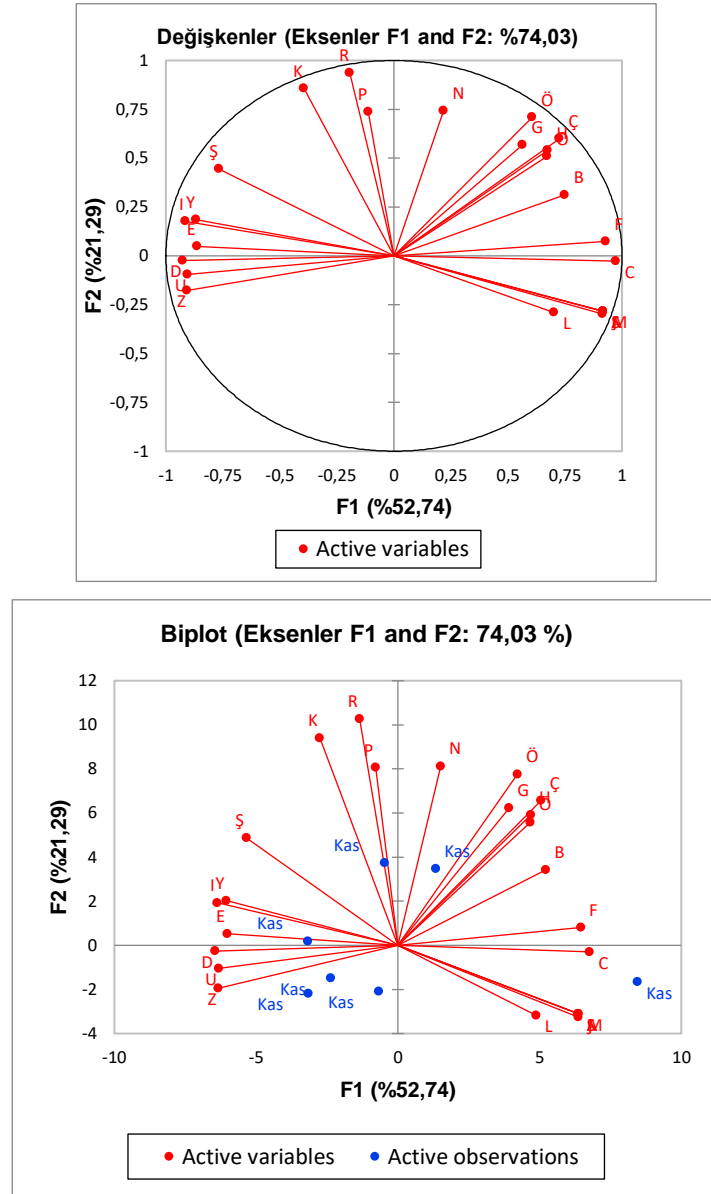
ŞEKİLLER



Şekil 1. *Alburnoides velioglui* örneği.



Şekil 2. *Alburnoides velioglui*'nin kas dokusundaki yağ asidi bileşiminin (%) alan grafiği. A (C12:0), B (C14:0), C (C14:1), Ç (C15:0), D (C15:1), E (C16:0), F (C16:1 n-7), G (C17:0), H (C17:1), I (C18:0), J (C18:1 n-9), K (C18:1 n-11), L (C18:2 n-6), M (C18:3 n-6), N (C18:3 n-3), O (C20:1), Ö (C20:3), P (C21:0), R (C22:0), S (C20:3 n-3), Ş (C20:4 n-6), T (C22:1 n-9), U (C20:5 n-3), Ü (C24:0), V (C24:1), Y (22:5 n-3), Z (C22:6 n-3).



Şekil 3. Pülümür Çayı'ndan *Alburnoides velioglui* türünün yağ asitlerinin Temel Bileşen Analizinden elde edilen sonuç (A) ve yüklerin (B) gösterimi. A (C12:0), B (C14:0), C (C14:1), Ç (C15:0), D (C15:1), E (C16:0), F (C16:1 n-7), G (C17:0), H (C17:1), I (C18:0), J (C18:1 n-9), K (C18:1 n-11), L (C18:2 n-6), M (C18:3 n-6), N (C18:3 n-3), O (C20:1), Ö (C20:3), P (C21:0), R (C22:0), S (C20:3 n-3), Ş (C20:4 n-6), T (C22:1 n-9), U (C20:5 n-3), Ü (C24:0), V (C24:1), Y (22:5 n-3), Z (C22:6 n-3).