

## PAPER DETAILS

TITLE: Keban Baraj Gölünden yakalanan Gökkusagi Alabaligi (*Oncorhynchus mykiss*)' nin Bazi Besin İçerisinin Değerlendirilmesi

AUTHORS: A Sükrü Bengü

PAGES: 321-329

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3536957>

**Keban Baraj Gölünden yakalanan Gökkuşaağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)' nın Bazı Besin İçeriğinin Değerlendirilmesi**

Geliş Tarihi: 14.11.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 13.02.2024 Kabul Tarihi: 14.02.2024

**ÖZ**

Balık tüketimi dengeli beslenme için önemli bir beyaz et çeşidi ve protein kaynağıdır. Kaliteli proteinin yanı sıra omega-3 yağ asitleri ve diğer doymamış yağ asitlerince zengin olması ile de ayrıca değerlidir. Bunlara ilaveten sağlığımız için gerekli elementlere sahiptir. Gökkuşaağı alabalığı yetiştiriciliği yapılan balık türleri arasında başı çekmektedir. Bu çalışmada Keban baraj gölünden temin edilen gökkuşaağı alabalıklarının kas dokusunda ham protein, yağ, yağ asidi profili ve elementel analiz yapılmıştır. Toplam yağ yüzdesi  $28,19 \pm 1,58$ , toplam protein yüzdesi  $48,44 \pm 3,09$  olarak tespit edilmiştir. On dört çeşit yağ asidi tespit edilmiş olup bunların altısı doymuş yağ asidi, üçü tekli doymamış yağ asidi, beşi çoklu doymamış yağ asididir. Doymuş yağ asitlerinin toplamı  $\%30,83 \pm 2,29$ , tekli doymamış yağ asitleri  $\%27,61 \pm 2,65$  ve çoklu doymamış yağ asitleri de  $\%41,56 \pm 1,67$  olarak gözlenmiştir. Tespit edilen elementlerin çoktan aza doğru sıralanışı şöyledir; potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum, çinko, demir, bakır ve mangan. En yoğun bulunan element  $2648 \pm 517,32$  ppm ile potasyum olurken en az bulunanı  $0,25 \pm 0,05$  ppm ile mangan olmuştur. Bu veriler ışığında diyetisyenler tarafından haftada en az iki kez balık tüketimini tavsiye edilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Gökkuşaağı alabalığı, yağ kalite indeksleri, toplam protein, yağ asidi, element**Evaluation of Some Nutritional Contents of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) caught from Keban Dam Lake****ABSTRACT**

Fish consumption is an important type of white meat and protein source for a balanced diet. In addition to quality protein, it is also valuable because it is rich in omega-3 fatty acids and other unsaturated fatty acids. In addition, it has elements necessary for our health. Rainbow trout is one of the fish species cultivated. In this study, crude protein, fat, fatty acid profile and elemental analysis were performed on the muscle tissue of rainbow trout obtained from Keban dam lake. The total fat percentage was determined as  $28.19 \pm 1.58$ , and the total protein percentage was  $48.44 \pm 3.09$ . Fourteen types of fatty acids have been identified, six of which are saturated fatty acids, three are monounsaturated fatty acids, and five are polyunsaturated fatty acids. The total of saturated fatty acids was observed as  $30.83 \pm 2.29\%$ , monounsaturated fatty acids as  $27.61 \pm 2.65\%$  and polyunsaturated fatty acids as  $41.56 \pm 1.67\%$ . The order of the detected elements from most to least is as follows; potassium, sodium, calcium, magnesium, zinc, iron, copper and manganese. The most abundant element was potassium with  $2648 \pm 517.32$  ppm, while the least abundant element was manganese with  $0.25 \pm 0.05$  ppm. In light of this data, we recommend consuming fish at least twice a week.

**Key words:** Rainbow trout, lipid quality indices, total protein, fatty acid, element

## GİRİŞ

İnsanoğlu doğumundan ölümüne kadar beslenmeye ihtiyaç duyar. Dengeli beslenerek daha sağlıklı ve huzurlu bir ömür geçirebilir (Bengü ve Yılmaz, 2021). Dengeli beslenmede beyaz et kaynaklarından biri olarak balık tüketiminin yeri önemlidir. Uzmanlar haftada en az 2 kez balık yememizi tavsiye etmektedir (Anonim1). Ülkemizde baraj göllerinde kafes balıkçılığı 2000 li yıllarda başlamıştır. Aynı yıllarda Elazığ ili sınırları içerisinde bulunan Keban baraj gölünde de yılda 330 ton alabalık üretime ile başlamış ve her geçen yıl artarak 10 bin tonu geçmiştir (Öztürk ve Bayramoğlu, 2011). Ülkemizde kişi başı balık tüketimi yıllık 6-7 kilo arasındayken dünya ortalaması 20 kilonun üzerindedir (Anonim2). Üç tarafı kıyılarla çevrili olan ülkemiz için bu durum bir çelişki olarak göze çarpmaktadır. Kıyılardan uzak iç bölgeler için deniz ürünleri ve balığa erişim daha da zor olmaktadır. Bunun kolaylaştırılması, balık tüketiminin arttırılabilmesi, dolayısı ile dengeli beslenmeye katkısı için göllerde kafes balıkçılığı gelişmiştir.

Balık yüksek oranda makro besin grubuna dahil olan protein ve yağ içermektedir. İçerdiği yağın kalitesi ve yağ asidi profili ile sağlığını açısından özel bir yere sahiptir. Doymamış yağ asidi ve omega-3 olarak bilinen yağ asitlerince zengin olması paha biçilemez bir besin olmasına sebep olmaktadır (Kocatepe ve Turan, 2018). Balıkları içerdiği omega-3 yağ asidi miktarına göre 100 g kas dokusunda 200 mg'dan az içerenler, 200-500 mg arası içerenler, 500-1000 mg arası içerenler ve 1000-1500 mg arası içerenler olarak başlıca 4 grupta sınıflanabilmektedir. İçerdiği omega-3 yağ asitleri miktarı arttıkça daha sağlıklı olabileceğini söylememiz mümkündür. Gökkuşuğu alabalığı olarak bilinen *Oncorhynchus mykiss* 1000-1500 mg omega-3 yağ asidi içeriği ile en üst grupta yer almaktadır. Balık yağı ve omega-3 yağ asitlerince zengin diyetin faydaları bol balık tüketimleri ile biline Eskimolarda kardiyak kökenli ölüm oranının çok az olması ile dikkat çekmiştir (Lee ve Lip, 2003). Diyabet gibi çoklu organ hastalıkları, tansiyon gibi kardiyak hastalıklar, Multiple skleroz gibi otoimmün hastalıklar, şizofreni gibi psikolojik hastalıklar ve daha otuza yakın hastalık ile omega-3 yağ asidinin pozitif ilişkisi olduğu belirtilmiştir (Aydın, 2004). Yağ asidi oranı literatür de o kadar kıymetlidir ki doymuş yağ asidi (UFA), tekli doymamış yağ asidi (SFA) ve çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) değerlerinin kendi aralarındaki oranları da MUFA/SFA, PUFA/SFA ve UFA/SFA şeklinde yorumlanmaktadır. Bunlara ilaveten yağ asidi oranları geliştirilen formüllere uygulanarak Aterojenik İndeks (AI), Trombojenik İndeks (TI), Hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik oran (H/H) ve Sağlığı Geliştiren İndeks (HPI) 'ler de değerlendirilmektedir (Gałowska ve ark, 2022).

Dengeli beslenebilmek için metabolizmamızın ihtiyaç duyduğu mikro besinler grubuna dahil olan mineralleri de almamız gerekmektedir (Bengü ve Yılmaz, 2021). Balık aynı zamanda iyi bir mineral kaynağıdır ve demir, bakır, çinko, mangan gibi en temel eser elementleri önemli oranda barındırır (Aydın ve ark, 2022). Demir; kanda oksijen taşıyan hemoglobin ve kasta oksijeni depolayan miyoglobinin yapısına katılır ve bir çok enzimde de rol oynar, eksikliğinde anemi bulgusu gelişir (Akkoyun, 2018). Bakır; demir emilimi, nöronların işlevselliği ve kemik dokuda görevleri vardır. Bakır da bazı enzimlerin yapısına katılmakla birlikte eksikliğinde dolaylı olarak anemi gelişir (Akkoyun ve ark. 2019, Kaba ve ark. 2015). Çinko; bir dizi enzimin yapısına kofaktör olarak katılır ve büyüme, gelişme ve bağışıklık için ihtiyaç duyulan bir elementtir. Mangan bazı enzimlerin yapısına katılmakla birlikte, kıkırdak sentezi ve mitokondriyal aktiviteler de rol almaktadır. Kalsiyum; kemik ve dişlerde en bol bulunan mineral olup kas kasılması ve kan pıhtılaşmasında da rol alır. Sodyum, potasyum da kanda elektrolit dengesinin korunması ve sabit kalması için önemlidir. Magnezyum; birçok enzimin yapısına katılmakla birlikte, plazma zarlarının, hücre içi zarların ve nükleik asitlerin stabilizatörü olarak işlev görür (Bengü ve Keleş, 2021).

## MATERYAL ve METOT

2017 yılı kasım ayında Elazığ ili Keban baraj gölünden avlanan 243-300 g ağırlık arasında değişen 8 adet gökkuşuğu alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) türü balıkçılardan satın alma yolu ile temin edildi. Bu bölgede üretimi yapılan ve en çok tüketilen tür olduğu için gökkuşuğu alabalığı seçildi. Diyetle de sadece kas dokusu tüketildiği için kas dokusu analizlerde kullanıldı. Analiz yapılana kadar -80 °C de muhafaza edildi.

### Toplam Protein Analizi

Gerhardt marka Dumaterm model cihaz kullanıldı. Bu yöntemde örnek (kas doku) homojenize edildikten sonra ince elekten geçirilir ve yaklaşık 50 mg tartılır. Tin foil içerisine alınarak cihazın yakma ünitesine atılır, burada yüksek saflıkta O<sub>2</sub> gazı ile 1200 °C de yakılır, gaz fazına geçen bileşikler çeşitli filtrelerde tutulur, yüksek saflıkta He gazı tarafından taşınan N<sub>2</sub> termal iletkenlik dedektörü tarafından tespit edilir ve ölçülür. Tespit edilen % N<sub>2</sub> miktarı, 6,25 olarak kabul edilen protein faktörü ile çarpılarak örnekteki % protein kantitatif olarak tespit edildi (Bengü ve ark., 2019).

### Toplam Yağ analizi

Velp marka SER 148 model yarı otomatik yağ tayin cihazı kullanıldı. 5 g kas doku cihazın özel krozelerine süzgeç kağıdına sarılı halde yerleştirildi. 50 mL hekzan içerisinde sokshelet işlemine bırakıldı. Yaklaşık 90-120 dakika süren bu işlemten sonra krozelerin soğuması için desikatörde bekletildi, hassas terazide tartıldı ve gerekli hesaplamalar yapılarak toplan yağ miktarı % cinsinden tespit edildi (Rahimi ve Ngadi, 2014).

### Yağ Asidi Ekstraksiyonu ve Metilasyon İşlemi

1g kas dokusu kapaklı cam kavanoza alındı ve üzerine 2/1 oranında (kloroform/metanol) 20 mL eklendi sonrasında homojenize edildi. Bir gece buzdolabında +4 °C' de bekletildi. Daha sonra mezüre huni ve süzgeç kağıdı ile filtre edildi, eksilme var ise toplam hacim 20 mL ye 2/1 (kloroform/metanol) ile tamamlandı. Sonrasında üzerine 4 mL %0,09 NaCl eklendi ve bir gece buzdolabında +4 °C' de bekletildi. Oluşan üst faz (su ve metanol) pastor pipeti ile atıldı. Alt fazda kalan kloroform, rotary evaporatorde uçuruldu. Balonda kalanlar 4 mL HPLC/GC saflıkta hekzan ile rotary balonundan alınıp plastik kapaklı tüpe konur, üzerine 100 µL 2N metanolik KOH eklendi. Tüpler 3000 rpm' de 5 dakika santrifuj edildi. Üst fazdan 1,5 mL viale alınıp GC' ye verildi (Akkoyun ve ark.,2022).

### GC-MS ile Yağ Asidi Analizi Metodu

SGE marka BPX 70 (100m x 0.25mm) kolon ve Agilent 7890A/5970C marka ve model Gas Kromatografi Kütle Spektrometri (GC-MS) cihazında Alev İyonlaşma Dedektörü (FID) ve kütle spektrometri (MS) dedektörleri simultane olarak kullanıldı. Kromatografik koşullar şöyledir; fırın sıcaklığı 120 °C den başlayıp, 5 °C/dakika ile 250 °C' ye ulaşır, 3 dakika bekler, 2 °C /dakika ile son sıcaklık olan 250 °C ye ulaşır ve 15 dakika bekler, bunların toplamı 45 dakika tutar. Oto örnekleyicinin enjeksiyon hacmi 1 µL olarak seçildi ve, 10/1 split modu kullanıldı. Cihazda kayıtlı WILEY ve NIST kütüphaneleri ve Supelco FAMES mix. standardının karşılaştırılması ile pikler tanımlandı ve değerlendirildi (Bengü, 2020).

### AAS ile Elementel Analiz

0.5 gr kas doku tartılarak mikro dalga cihazının (Cem Mars 6) teflon tüplerine boşaltıldı. Üzerine 10 mL saf HNO<sub>3</sub> eklenerek ağız sıkıca kapatıldı. 15 dakikada son sıcaklık 210 °C ye ulaştı ve 15 dakikada bu sıcaklıkta bekletildi, toplam ekstraksiyon süresi 30 dakikadır. Cihaz bu esnada 1800 w güç harcamaktadır. Teflon tüpler çeker ocak altında açıldı ve 10 mL ultra saf su ile beraber ağız kapaklı cam erlenlere alındı. Artık AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrometri) cihazına verilmek için hazırlanmıştır (Bengü ve Kutlu, 2020). Perkin Elmer marka AAS 800 model AAS cihazı ile her bir element kendine ait lambası ve standart grafiğine karşı okunarak kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na), potasyum (K), mangan (Mn), demir (Fe), bakır (Cu) ve çinko (Zn) düzeyleri ppm düzeyinde tespit edildi.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Gökkuşağı alabalığının kas dokusunun analizleri sonucu, 14 çeşit yağ asidi yağ asidi değişen oranlarda tespit edilmiştir. Molekül büyüklüğü ve karbon sayısına göre sırasıyla tespit edilen yağ asidi yüzdeleri şu şekildedir; kaprilik asit (C8:0) 0,29±0,45, laurik asit (C12:0) 0,24±0,08, miristik asit (C14:0) 1,02±0,34, palmitik asit (C16:0) 22,52±1,46, palmitoleik asit (C16:1) 8,29±1,63, stearik asit (C18:0) 6,48±1,36, oleik asit (C18:1) 17,98±1,52, linoleik asit (C18:2) 6,31±1,34, linolenik asit (C18:3) 4,90±1,29, araşidik asit (C20:0) 0,30±0,08, eikosonoik asit (C20:1) 1,35±0,53, araşidonik asit (C20:4) 10,99±1,30, dokosatetraenoik asit (C22:4) 2,43±0,80 ve dokosaheksaenoik asit (C22:6) 16,93±2,61. Yağ asidi sonuçları Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Doymuş yağ asitlerinin kendi içerisinde toplanması ile elde edilen SFA (saturated fatty acid) 30,83±2,29, tek çift bağa sahip olan yağ asitlerinin toplamını ifade eden MUFA (monounsaturated fatty acid) 27,61±2,75, çoklu çift bağa sahip yağ asitlerinden oluşan PUFA (polyunsaturated fatty acid) 41,56±1,67 olarak hesaplanmıştır.

Bu sonuçlardan PUFA/SFA oranı 1,52±0,18 olarak ve omega-3/omega-6 [n-3/n-6: (C18:3+C22:6)/(C18:2+C20:4+C22:4)] oranı da 1,27±0,13 olarak hesaplanmıştır. Yağ asidi indeksleri sonuçları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

AAS tekniği ile yapılan elementel analiz işlemi sonucu Ca: 302,45±56,88 ppm, Mg: 227,70±24,88 ppm, Na:317,84±36,22 ppm, K:2648,05±517,32 ppm, Mn:0,25±0,05 ppm, Fe: 2,05±0,05 ppm, Cu:0,28±0,05 ppm ve Zn: 3,18±0,51 ppm olarak tespit edilmiştir. Elementel analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Velp marka yarı otomatik yağ tayin cihazı ile yapılan analizlerde toplam ham yağ yüzdesi 28,19±1,58 olarak tespit edilmiştir.

Gerhardt marka azot protein cihazı kullanılarak yapılan analizlerde toplam protein yüzdesi 48,44±3,09 olarak gözlenmiştir. Toplam yağ ve proteinin yüzde sonuçları çizelge 4'de verilmiştir.

Ortalama ve standart sapma hesaplamaları Microsoft Office yazılımı excell programı kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 1. Yağ asidi yüzde sonuçları

| Örnek                 | C8:0        | C12:0       | C14:0       | C16:0        | C16:1       | C18:0       | C18:1        | C18:2       | C18:3       | C20:0       |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| 1                     | 0,13        | 0,39        | 0,98        | 21,07        | 6,95        | 6,22        | 18,29        | 6,40        | 4,66        | 0,25        |
| 2                     | 0,12        | 0,21        | 1,12        | 21,95        | 9,76        | 5,41        | 19,62        | 4,90        | 5,54        | 0,31        |
| 3                     | 0,14        | 0,20        | 1,35        | 22,23        | 7,64        | 7,71        | 17,42        | 6,75        | 5,28        | 0,29        |
| 4                     | 0,09        | 0,25        | 1,27        | 22,60        | 8,86        | 4,96        | 18,39        | 6,15        | 3,55        | 0,29        |
| 5                     | 0,10        | 0,24        | 1,13        | 25,14        | 6,98        | 7,65        | 16,78        | 4,86        | 3,98        | 0,36        |
| 6                     | 0,15        | 0,20        | 1,19        | 24,15        | 8,24        | 6,16        | 17,54        | 6,15        | 4,28        | 0,30        |
| 7                     | 1,40        | 0,30        | 0,86        | 20,91        | 6,54        | 8,61        | 15,52        | 9,17        | 4,29        | 0,41        |
| 8                     | 0,16        | 0,12        | 0,27        | 22,07        | 11,32       | 5,13        | 20,27        | 6,06        | 7,65        | 0,15        |
| <b>Ortalama</b>       | <b>0,29</b> | <b>0,24</b> | <b>1,02</b> | <b>22,52</b> | <b>8,29</b> | <b>6,48</b> | <b>17,98</b> | <b>6,31</b> | <b>4,90</b> | <b>0,30</b> |
| <b>Standart sapma</b> | <b>0,45</b> | <b>0,08</b> | <b>0,34</b> | <b>1,46</b>  | <b>1,63</b> | <b>1,36</b> | <b>1,52</b>  | <b>1,34</b> | <b>1,29</b> | <b>0,08</b> |

Çizelge 2. Yağ asidi indeksleri sonuçları

| Örnek                 | SFA          | MUFA         | PUFA         | PUFA/SFA    | n-3          | n-6          | n3/n6       |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| 1                     | 29,04        | 26,48        | 44,48        | 1,68        | 25,05        | 19,43        | 1,29        |
| 2                     | 29,12        | 30,84        | 40,05        | 1,30        | 19,96        | 20,08        | 0,99        |
| 3                     | 31,92        | 26,54        | 41,55        | 1,57        | 20,88        | 20,67        | 1,01        |
| 4                     | 29,46        | 28,66        | 41,90        | 1,46        | 23,82        | 18,08        | 1,32        |
| 5                     | 34,63        | 25,29        | 40,12        | 1,59        | 20,45        | 19,67        | 1,04        |
| 6                     | 32,15        | 27,40        | 40,44        | 1,48        | 21,17        | 19,28        | 1,10        |
| 7                     | 32,49        | 23,99        | 43,54        | 1,81        | 22,58        | 20,96        | 1,08        |
| 8                     | 27,89        | 31,71        | 40,40        | 1,27        | 20,78        | 19,62        | 1,06        |
| <b>Ortalama</b>       | <b>30,83</b> | <b>27,61</b> | <b>41,56</b> | <b>1,52</b> | <b>21,83</b> | <b>19,72</b> | <b>1,11</b> |
| <b>Standart sapma</b> | <b>2,29</b>  | <b>2,65</b>  | <b>1,67</b>  | <b>0,18</b> | <b>3,90</b>  | <b>3,44</b>  | <b>1,13</b> |

Çizelge 3. Elementel analiz sonuçları (ppm)

| Örnek                 | Ca              | Mg              | Na              | K               | Mn           | Fe           | Cu           | Zn           |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1                     | 316,18          | 241,15          | 328,94          | 3618,11         | 0,21         | 1,78         | 0,26         | 4,21         |
| 2                     | 308,65          | 221,22          | 298,73          | 2549,83         | 0,26         | 2,09         | 0,23         | 3,67         |
| 3                     | 215,22          | 186,96          | 316,62          | 2245,17         | 0,3          | 1,94         | 0,32         | 3,16         |
| 4                     | 310,27          | 251,19          | 376,15          | 2661,25         | 0,19         | 2,26         | 0,35         | 2,85         |
| 5                     | 289,43          | 198,53          | 269,46          | 2251,57         | 0,23         | 1,64         | 0,28         | 2,91         |
| 6                     | 307,72          | 259,14          | 361,47          | 2925,41         | 0,29         | 1,81         | 0,19         | 3,04         |
| 7                     | 414,46          | 227,94          | 289,86          | 2946,18         | 0,32         | 3,05         | 0,3          | 2,76         |
| 8                     | 257,64          | 235,48          | 301,51          | 1986,84         | 0,18         | 1,82         | 0,27         | 2,8          |
| <b>Ortalama</b>       | <b>302,4463</b> | <b>227,7013</b> | <b>317,8425</b> | <b>2648,045</b> | <b>0,248</b> | <b>2,049</b> | <b>0,275</b> | <b>3,175</b> |
| <b>Standart sapma</b> | <b>56,88164</b> | <b>24,88364</b> | <b>36,22094</b> | <b>517,3221</b> | <b>0,053</b> | <b>0,449</b> | <b>0,05</b>  | <b>0,51</b>  |

Çizelge 4. Toplam yüzde ham yağ ve protein sonuçları

| Örnek                 | Toplam % yağ | Toplam % Protein |
|-----------------------|--------------|------------------|
| 1                     | 27,35        | 48,62            |
| 2                     | 26,14        | 45,24            |
| 3                     | 28,42        | 44,96            |
| 4                     | 31,06        | 46,88            |
| 5                     | 29,54        | 50,17            |
| 6                     | 28,63        | 51,65            |
| 7                     | 27,49        | 46,53            |
| 8                     | 26,85        | 53,44            |
| <b>Ortalama</b>       | <b>28,19</b> | <b>48,44</b>     |
| <b>Standart sapma</b> | <b>1,58</b>  | <b>3,09</b>      |

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Gökkuşluğu alabalığının kas dokusunun analizleri sonucu 14 çeşit yağ asidi tespit edilmiştir. Bu yağ asitlerinden altı tanesi doymuş yağ asidi (SFA), üç tanesi tekli doymamış yağ asidi (MUFA) ve beş tanesi de çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) olduğu gözlenmiştir. Doymuş yağ asitleri içerisinde en düşük miktarda %0,24±0,08 ile laurik asit olurken en yüksek miktarda %22,52±1,46 ile palmitik asit olmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri içerisinde en düşük miktarda %1,35±0,53 ile eikosanoik asit olurken en yüksek miktarda %17,98±1,52 ile oleik

asit olmuştur. Çoklu doymamış yağ asitleri arasında en düşük düzeyde %2,43±0,8 ile dokosatetraenoik asit olurken en yüksek oranda %16,93±2,61 ile dokosaheksaenoik asit olmuştur.

Omega-3 yağ asitleri beslenmemizde özel bir yer tutar. Gökkuşaağı alabalığı da omega-3 yağ asitleri açısından en yüksek oranda içeren balıklar sınıfında listelenmektedir (Kocatepe ve Turan, 2018). Yapılan bu çalışmada da omega-3 yağ asitlerinin %19,96 ile 25,05 arasında değiştiği ve ortalamasının %21,83±3,90 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir. Omega-6 yağ asitleri %18,08 ile 20,96 arasına olup ortalaması %19,72±3,44 seviyelerinde gözlenmiştir. Görüldüğü gibi doymamış yağ asidi oranı (MUFA+PUFA) %69,17 düzeylerinde olup birçok besinden fazladır.

Yağ kalite indeksleri olarak literatürde kullanılan; Aterojenik indeks (AI), trombojenik indeks (TI), Hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik oran ve Sağlığı geliştiren indeks (HPI) aşağıdaki formüller yardımı ile hesaplandı (Gałgowska ve Pietrzak, 2022). Dikkatle incelenirse Aterojenik indeksin tersinin Sağlığı geliştiren indeksi oluşturduğunu görebiliriz.

$$AI = \frac{C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0}{n-3 \text{ PUFA} + n-6 \text{ PUFA} + \text{MUFA}} \quad (\text{Ulbricht ve Southgate, 1991})$$

$$TI = \frac{C14:0 + C16:0 + C18:0}{0.5 \times \text{MUFA} + 0.5 \times n-6 \text{ PUFA} + 3 \times n-3 \text{ PUFA} + \frac{n-3 \text{ PUFA}}{n-6 \text{ PUFA}}} \quad (\text{Ulbricht ve Southgate, 1991})$$

$$H/H = \frac{\text{cis } C18:1 + \text{PUFA}}{C12:0 + C14:0 + C16:0} \quad (\text{Santos-Silva, 2002})$$

$$HPI = \frac{\text{UFA}}{C12:0 + 4 \times C14:0 + C16:0} \quad (\text{Chen, 2004}) \text{ veya } HPI = \frac{1}{AI}$$

Yukarıda verilen formüllere ilgili değerler yerleştirilip gerekli hesaplamalar yapıldığında AI:0,3880, TI:0,3325, H/H:2,5037 ve HPI ise 2,5771 olarak bulunmuştur. Literatürde yeni bir kavram olan yağ kalite indekslerini balık dokusunda hesaplayan herhangi bir çalışma tespit edilememiştir. Bu yüzden de bir mukayese yapılamamıştır. Bu çalışmanın literatürdeki bu boşluğun doldurulmasına katkıda bulunabileceğini düşünüyoruz.

Ülkemizde yağ kalite indeksleri ile ilgili yenilebilir bir mantar türünde yeni tarihli bir çalışma tespit edilebilmiştir (Bengü, 2023)

Ham yağ yüzde oranı 28,19±1,58 ve protein oranı 48,44±3,09 olarak tespit edilmiştir. Caballero ve ark. 2002, yaptıkları bir çalışmada bir alabalık türünün farklı beslenme rasyolarında protein ve yağ oranındaki değişimleri göstermişlerdir. Kontrol gruplarında tespit ettikleri ham yağ oranı yüzde 29,7 ve protein oranı 46,9 olarak tespit etmiştir. Bu sonuçların yapılan çalışmamıza yakın olduğu, yağ oranının %1,51 daha düşük, protein oranının %1,54 oranında daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Caballero ve ark, 2002). Bureau ve ark. 2000'de balıkların beslenme farklılığının protein oranını %46,4-82,6 oranında ve lipid oranının da %6,3-13,9 oranında değişebildiğini belirtmiştir (Bureau ve ark, 2000). Ayrıca mevsimsel değişimlerde özellikle yağ oranı üzerinde değişimlere sebep olabilmektedir (Kaçar ve ark. 2021, Kaçar ve ark. 2022, Metin ve ark. 2000).

Elementel analiz sonuçlarında insan sağlığı için önemli olan kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na), potasyum (K), mangan (Mn), demir (Fe), bakır (Cu) ve çinko (Zn) dan oluşan sekiz element seçilmiştir. Balık kas dokusunda kayda değer oranda element olduğu bilinmektedir (Aydın ve ark., 2022). Bu çalışmada analizi yapılan elementlerden en düşük miktarda 0,25±0,05 ppm ile mangan, en yüksek oranda 2648,05±517,32 ppm ile potasyum olmuştur.

Kültür balıkçılığında en çok tercih edilen türlerden biri olan gökkuşaağı alabalığının sağlıklı ve dengeli beslenme için çok iyi bir seçenek olduğunu düşünmekteyiz.

## YAZAR ORCID NUMARALARI

Aydın Şükrü BENGÜ  <http://orcid.org/0000-000-7635-4855>

## KAYNAKLAR

- Anonim1:<https://www.trthaber.com/haber/saglik/protein-kaynagi-baligi-ne-siklikta-tuketmeli-270712.html>  
erişim tarihi: 31.10.2023
- Anonim2: <https://tr.euronews.com/2018/08/31/balik-tuketmeyen-turkiye-avrupanin-8-inci-buyuk-deniz-urunleri-ureticisi>  
erişim tarihi: 31.10.2023
- Akkoyun, H. T. (2018). Effect of boric acid on some elemental levels on rat's liver and kidney tissues during mercury chloride exposure. *Cellular and Molecular Biology*, 64(13), 84–88.
- Akkoyun, H. T., & Bayramoğlu Akkoyun, M. (2019). Effect Of Quercetin On Selected Micro Elements In Rat Liver Tissue During Carbon Tetrachloride Exposure. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(9), 6757–6763.
- Akkoyun, H. T., Aydın, S., Bayramoğlu Akkoyun, M., Bengü, A. Ş., Ekin, S., & Aslan Erdem, S. (2022). Effects of Arbutin on Fatty Acid Levels of Erythrocyte and Serum in Wistar Albino Rats Treated with Potassium Bromate. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 56(3).
- Aydın, A. Kasım 2004. Sağlığımız ve Omega-3 Yağ Asitleri, İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, Sağlıkta ve Hastalıkta Beslenme Sempozyum Dizisi No.41.;181-9.
- Aydın, S., Akkoyun, H. T., Bayramoglu Akkoyun, M., Bengu, Aydın S., Ekin, S., & Harlioglu, A. G. 2022. Determination of trace element and fatty acid levels in tissues of mirror and scaly carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) living in Keban Dam Reservoir (Elazig). *Journal of Fish Biology*, 101(4), 811–821. <https://doi.org/10.1111/jfb.15135>
- Aydın, S., Akkoyun, H. T., Bayramoglu Akkoyun, M., Bengu, Aydın S., Ekin, S., & Harlioglu, A. G. 2022. Determination of trace element and fatty acid levels in tissues of mirror and scaly carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) living in Keban Dam Reservoir (Elazig). *Journal of Fish Biology*, 101(4), 811–821.
- Bengu, A S. 2020. The fatty acid composition in some economic and wild edible mushrooms in Turkey. *Progress in Nutrition*, 22(11), 185-192.
- Bengü A Ş., Yılmaz Ç H., 2021. Dengeli Beslenme ve Mantar Tüketimi, Tıp Ve Sağlık Araştırmaları Teori, Yöntem ve Uygulama, 1: 277-307, Livre De Lyon.
- Bengü, A Ş., Keleş, M S., 2021. İnsan Sağlığı ve Mineraller ile İlişkisi, Tıp ve Sağlık Araştırmaları, Livre de Lyon, 1:144-157.
- Bengü, A. Ş., YILMAZ, H Ç., Türkeul, İ., & Hakan, I. Ş. I. K. 2019. Doğadan toplanan ve kültürü yapılan *Pleurotus ostreatus* ve *Agaricus bisporus* mantarlarının toplam protein, vitamin ve yağ asidi içeriklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2), 222-229.
- Bengü, AŞ., Kutlu, MA. 2020. Bingöl'den Temin Edilen Ballarda ICP-MS ile Bazı Temel ve Toksik Elementlerin Analizi (Analysis of Some Essential and Toxic Elements by ICP-MS in Honey Obtained from Bingöl). U. Arı D.-U. Bee. J. 20(1): 1-12, DOI: 10.31467/uluaricilik.648631
- Bengü, AŞ. 2023, Bingöl'den Temin Edilen *Pleurotus eryngii* Mantarında Protein ve Yağ Asidi Kalite İndekslerinin Değerlendirilmesi, 6. Uluslararası Çukurova Tarım ve Veteriner Bilimleri Kongresi, Adana, Türkiye
- Bureau, D. P., Harris, A. M., Bevan, D. J., Simmons, L. A., Azevedo, P. A., & Cho, C. Y. 2000. Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. *Aquaculture*, 181(3-4), 281-291.
- Caballero, M. J., Obach, A., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M., & Izquierdo, M. S. 2002. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 214(1-4), 253-271.
- Chen, S., Bobe, G., Zimmerman, S., Hammond, E. G., Luhman, C. M., Boylston, T. D., ... & Beitz, D. C. 2004. Physical and sensory properties of dairy products from cows with various milk fatty acid compositions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(11), 3422-3428.

- Gałgowska, M., & Pietrzak-Fiećko, R. 2022. Evaluation of the Nutritional and Health Values of Selected Polish Mushrooms Considering Fatty Acid Profiles and Lipid Indices. *Molecules*, 27(19), 6193.
- Kaba, M., Pirinççi, N., Yüksel, M. B., Geçit, İ., Güneş, M., Demir, M., ... Demir, H. (2015). Serum Levels Of Trace Elements İn Patients With Testicular Cancers. *International Braz J Urol*, 41(6), 1101–1107.
- Kaçar, S., & Başhan, M. (2022). Cyprinus carpio Karaciğer Dokusu Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 12(1), 66-81.
- Kaçar, S., Kayhan, H., & Başhan, M. (2021). Dişi Salmo Trutta Macrostigma (Dumeril, 1858)'nın Kas Dokusu Yağ Asidi İçeriğinin Mevsimsel Değişimi. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 7(3), 356-363.
- Kocatepe, D., & Turan, H., 2018. Balık yağları, DHA, EPA ve sağlık. *Türkiye Klinikleri J Public Health-Special Topics*, 4(1), 62-67.
- Lee, KW., Lip, GYH., 2003. The role of omega-3 fatty acids in the secondary prevention of cardiovascular disease. *Q J Med*;96:465- 80.
- Metin Kubilay, & Akpınar, M. A. (2000). Cyprinion macrostomus (Heckel, 1843)'un Gonatlarında Total Lipid ve Yağ Asidi Miktarının Mevsimsel Değişimi. *Turk. J. Biol*, 24, 627-634.
- Öztürk, E., Bayramoğlu, Z., 2011. Keban Baraj Gölü'nde Kafeste Alabalık Yetiştiriciliği İşletmelerinin Ekonomik Analizi, Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü.
- Rahimi, J., & Ngadi, M O. 2014. Effect of batter formulation and pre-drying time on oil distribution fractions in fried batter. *LWT-Food Science and Technology*, 59(2), 820-826.
- Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B., & Santos-Silva, F. J. L. P. S. 2002. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science*, 77(2-3), 187-194.
- Ulbricht, T. L. V., & Southgate, D. A. T. 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. *The lancet*, 338(8773), 985-992.