



## Yetiştiriciliği yapılan ve doğadan avlanan gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) karaciğer dokusu besin düzeylerinin karşılaştırılması

Esin ÖZÇİÇEK\*<sup>1</sup>, Erkan CAN<sup>2</sup>, Ökkeş YILMAZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Tunceli, Türkiye

<sup>2</sup>İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İzmir, Türkiye

<sup>3</sup>Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Elazığ, Türkiye

\*E-mail: esinbagci23@gmail.com

### Makale Bilgisi

Alınış tarihi:

10/10/2022

Kabul tarihi:

28/12/2022

### Anahtar Kelimeler:

- Gökkuşağı Alabalığı
- Yağ Asitleri
- Vitaminler
- Karaciğer

### Öz

Bu araştırmada, Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesi'nde yetiştiriciliği yapılan ve bu bölgede avlanan gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) karaciğer dokusu yağ asitleri, yağda çözünen vitaminler (A, D, E ve K vitaminleri) ve kolesterol düzeyleri karşılaştırılmıştır. Analizlerde tek çift bağlı doymamış yağ asidi (MUFA) olarak oleik asit bulunmuştur. Oleik asidin doğa ile kafes değerlerindeki farklılıkların Mayıs ve Haziran aylarında önemli ( $P<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Çok çift bağlı doymamış yağ asidi (PUFA) olarak dokosaheksaenoik (DHA) asit tespit edilmiştir. Dokosaheksaenoik asidin doğa ile kafes değerlerindeki farklılıkların Mayıs ayında önemli ( $P<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir. Yağda çözünen vitaminler açısından en yüksek değer, E vitamininde tespit edilmiştir. E vitamininin doğa ile kafes değerlerindeki farklılıkların Nisan ayında önemli ( $P<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir. Kolesterolün ise, doğa ile kafes değerlerindeki farklılıkların Nisan ve Mayıs aylarında önemli ( $P<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, doğadaki alabalıkların karaciğerinde  $\Sigma$ MUFA, eikosapentaenoik asit (EPA), D vitamini ve kolesterol içeriğinin daha yüksek;  $\Sigma$ PUFA, DHA ve E vitamini içeriğinin ise daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

## Comparison of nutrient levels in liver tissue of farmed and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792)

### Article Info

Received:

10/10/2022

Accepted:

28/12/2022

### Keywords:

- Rainbow Trout
- Fatty Acids
- Vitamins
- Liver

### Abstract

In this research, fatty acids, fat soluble vitamins (A, D, E and K vitamins) and cholesterol levels in liver tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farmed and caught in Keban Dam Lake Pertek Region were compared. In the analysis, oleic acid was found as a single double bonded unsaturated fatty acid (MUFA). The differences between wild and cage values of oleic acid were found to be significant ( $P<0.05$ ) in May and June. Docosahexaenoic (DHA) acid was detected as a polyunsaturated fatty acid (PUFA) with double bonds. The differences between wild and cage values of docosahexaenoic acid were determined to be significant ( $P<0.05$ ) in May. In terms of fat soluble vitamins, the highest value was determined in vitamin E. The differences between wild and cage values of vitamin E were determined to be significant ( $P<0.05$ ) in April. On the other hand, the differences between wild and cage values of cholesterol were found to be significant ( $P<0.05$ ) in April and May. As a result, it was found that  $\Sigma$ MUFA, eicosapentaenoic acid (EPA), vitamin D and cholesterol contents were higher in the liver of wild trout;  $\Sigma$ PUFA, DHA and vitamin E contents were lower.

**Atf bilgisi/Cite as:** Özçiçek E., Can E., Yılmaz Ö., (2022). Yetiştiriciliği yapılan ve doğadan avlanan gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) karaciğer dokusu besin düzeylerinin karşılaştırılması. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 8(2), 94-104

## GİRİŞ

Su ürünleri; yüksek oranda protein, doymamış yağ asidi ve esansiyel aminoasit içeriği, düşük karbonhidrat ve yağ oranı, zengin vitamin ve mineral madde içeriğine sahip olduğu için oldukça önemli bir besin kaynağıdır (Köprücü, 2012).

Lipitler, hayvansal organizmaların en önemli enerji kaynaklarından biri olmasıyla birlikte; yapılarında bulunan yağ asitleri hücre zarının yapı taşlarını oluşturmaktadır. Ayrıca depolanabilme, taşınabilme, koruyucu özelliği, yağda çözünen vitaminlerin kaynağı ve hormon aktivitesine sahip olan prostaglandinlerin hammadde olarak vücutta önemli görevleri bulunmaktadır (Çetinkaya, 1989).

Balıklar özellikle n-3 serisi yağ asitleri bakımından zengin olan çoklu doymamış yağ asidi (Poly Unsaturated Fatty Acids: PUFA) kaynağıdır. Özellikle eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5 n-3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6 n-3) insan sağlığı için oldukça önemlidir. Örneğin; yağ asitleri beyin gelişimi ile fonksiyonlarında aktif rol oynamakta, koroner kalp hastalıklarının önlenmesi, bağışıklık sisteminin güçlenmesi, üreme sistemi ve sinir sistemi fonksiyonlarında da etkilidir (Cahu vd., 2004; Kebir vd., 2007).

Kolesterol, ökaryotik membranların yapısında olup, membranın akışkanlığını düzenleyen bir bileşiktir. Bununla birlikte; D vitamini, steroid hormonları ve safra asitlerinin türetildikleri başlangıç maddesidir. Kolesterol, hayvansal dokularda yüksek oranda bulunmaktadır (Keha ve Küfrevioğlu, 2015).

Vitaminler, balıklar için esansiyel yapıda olan organik bileşiklerdir. Genel olarak vitaminler, hücre metabolizmasında önemli bir yere sahiptir. Katalitik fonksiyonları gerçekleştirirler. Temel besin maddelerinin oluşum ve parçalanmalarına katılarak metabolizmayı yönetirler. A vitamini görme, epitelizasyon, büyüme, üreme ve kemiklerin gelişiminde etkilidir (Kalaycıoğlu vd., 1998). D vitamini kalsiyum, fosfor metabolizması ve bağışıklık sistemini etkilemektedir (Yılmaz vd., 2005). E vitamini, oksidasyona karşı hassas olan vitaminlerin ve doymamış yağ asitlerinin oksidasyona karşı korunmasında, balık türlerinin yumurtlama performansının ve yumurta kalitesinin artışında görev almaktadır (Halver, 1972, 1989; Bromage ve Roberts, 1995). K vitamini, kan pıhtılaşması ile kemik metabolizmasında önemli roller üstlenmektedir (Bingöl, 1976).

Karaciğer, lipid metabolizması açısından önemli bir organdır. Bununla birlikte, yağ asidi alımı, oksidasyonu, doymamış yağ asitlerinin diğer dokulara sağlanması gibi önemli işlevleri vardır (Rincon-Sanchez vd., 1992). Balığın karaciğerini incelemek, diyetle bulunan besin maddelerinin büyüme ve gelişmeyi nasıl etkilediğini görmemizi ve balığın sağlıklı bir şekilde beslenip beslenmediğini anlamamızı sağlamaktadır (Caballero vd., 1999).

Doğada bulunan balıkların tükettikleri besinlerin özellikleri ve miktarı ile kültür ortamında verilen yemlerin içerikleri ve miktarı mutlak olarak farklılıklar arz etmektedir. Bu noktadan yola çıkarak, doğadaki balıklar ile kültür ortamında yetiştirilen balıkların besin kaliteleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak için bazı türlerde denemeler yapılmıştır. Bu amaçla, tasarlanan çalışmamızda da bir dizi incelemeler yapılması hedeflenmiştir. Bu çalışmada; Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesi'nde yetiştiriciliği yapılan ve bu bölgede avlanan gökkuşağı alabalığının (*O. mykiss*) karaciğerindeki yağ asitleri, yağda çözünen vitaminler (A, D, E ve K vitaminleri) ve kolesterol düzeyleri araştırılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Çalışmada balık materyali olarak, ortalama ağırlığı 356.01 g ve ortalama total boyu 30.88 cm olan gökkuşağı alabalıkları kullanılmıştır. Gökkuşağı alabalıkları; Nisan (20 adet), Mayıs (20 adet) ve Haziran (20 adet) ayları süresince doğadan (toplam 60 adet) ve işletmelerden (toplam 60 adet) temin edilmiştir. Yakalanan balıklar buz içerisinde taşınarak laboratuvara nakledilmiştir. Ardından kimyasal analizler için karaciğerden doku örnekleri alınmıştır.

### Yöntem

#### Yağ Asitleri Analizi

Lipitlerin ekstraksiyonu için; 1 g örnek 3:2 (v/v) oranında 10 ml hekzan-izopropanol karışımında homojenize edilmiştir. Homojenat, 10 dk 8000 rpm'de santrifüjlenerek yağ asitleri analizinde kullanılmıştır (Hara ve Radin, 1978).

Metil esteri hazırlanması için; hekzan/izopropanol fazındaki lipid ekstraktı, deney tüplerine alınmıştır. %2'lik metanolik sülfürik asitten 5 ml ilave edilip, vorteksle karıştırılmıştır. Bu karışım, 15 saat 55°C'lik etüvde inkübasyonda bırakılmıştır. %5'lik sodyum klorürden 5 ml ilave edilerek karıştırılmıştır. Tüplerdeki yağ asidi metil esterleri, 5 ml hekzanla ekstrakte edilerek, 5 ml %2'lik KHCO<sub>3</sub> ilave edilip faz ayırımı için beklenmiştir. Azot akımında çözücüsü uçuktan sonra, 1 ml heptanla çözülerek viallere alınarak SHIMADZU 2010 plus gaz kromatografisi ile analizleri yapılmıştır. Analiz sırasında kolon sıcaklığı 120-220°C, enjektör sıcaklığı 240°C ve dedektör sıcaklığı 280°C'de sabitlenmiştir. Azot gazı, taşıyıcı gaz olarak kullanılmıştır. Analiz esnasında, standart yağ asidi metil esterleri karışımları enjekte edilerek yağ asitlerinin alıkonma süreleri tespit edilmiştir. Daha sonra programlamanın yapılması ile örneklerin yağ asidi metil esterlerinin analizi gerçekleştirilmiştir (Christie, 1992).

#### Kolesterol ve Yağda Çözünen Vitaminlerin Analizi

Kolesterol ile yağda çözünen vitaminlerin düzeylerini belirlemek için, SHIMADZU Marka full sistem VP serisi "yüksek performanslı sıvı kromatografi cihazı (HPLC)" kullanılmıştır. Kolesterol analizi için, 1'er gram karaciğer örneklerinin

esterleştirilmesiyle, kolesterol ekstrakte edilmiştir. Ekstraktlar, 5 dk 5000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Sonra, üst fazdaki numuneden cihaza her defasında 5 µl enjeksiyon yapılmıştır. Kolesterol ve yağda çözünen vitaminlerin standartlarına ait kromatogram L'opez-Cervantes vd. (2006)'nın ifade ettiği şekilde elde edilmiştir.

### İstatistiksel Analiz

Doğadan avlanan ve kültür ortamından alınan gökkuşacağı alabalıklarından elde edilen verilerin karşılaştırılmasında "Tek Yönlü Anova Testi" ile "Bağımsız İki Örnek T-Testi" kullanılmıştır. Gruplar arası farklılıklar, 0.05 önem derecesinde değerlendirilmiştir. Hangi gruplar arasında farklılıkların olduğunu belirlemek için "Duncan" çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. İstatistiksel analizler, SPSS 18.0 paket programı (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) ile yapılmıştır.

### BULGULAR

#### Yağ Asidi Kompozisyonu

Doğadan avlanan gökkuşacağı alabalığının karaciğer dokusundaki SFA içinde en yüksek oranlar, palmitik asitte (C16:0) (Nisan ayında %12.58, Mayıs ayında %15.85, Haziran ayında %15.49) görülmüştür ( $P<0.05$ ). MUFA içinde baskın olarak bulunan yağ asidi, oleik asit (C18:1n-9) olarak belirlenmiş ve oleik asit oranının ise %16.84 ile %22.96 arasında değiştiği saptanmıştır ( $P>0.05$ ). PUFA içinde baskın olarak bulunan yağ asidi ise DHA (C22:6 n-3)'dır. DHA'nın toplam yağ asitlerindeki oranları Nisan ayında %24.39, Mayıs ayında %24.09, Haziran ayında %20.49 olarak bulunmuştur ( $P>0.05$ ) (Tablo 1).

Yetiştiriciliği yapılan gökkuşacağı alabalığının karaciğer dokusundaki SFA içinde en yüksek oranlar, palmitik asitte (C16:0) (Nisan ayında %16.62, Mayıs ayında %14.18, Haziran ayında %18.44) görülmüştür ( $P<0.05$ ). MUFA içinde baskın olarak bulunan yağ asidi, oleik asit (C18:1n-9) olarak belirlenmiş ve oleik asit oranının ise %14.62 ile %16.64 arasında değiştiği belirlenmiştir ( $P>0.05$ ). PUFA içinde baskın olarak bulunan yağ asidi, DHA (C22:6 n-3)'dır. DHA oranları Nisan ayında %27.58, Mayıs ayında %30.26, Haziran ayında %17.44 olarak belirlenmiştir ( $P<0.05$ ) (Tablo 1).

**Tablo 1.** Doğadan avlanan ve yetiştiriciliği yapılan gökkuşuğu alabalığının karaciğer dokusu yağ asidi kompozisyonunun aylara göre değişimi

Yağ asitleri	Doğa			Kafes		
	Nisan	Mayıs	Haziran	Nisan	Mayıs	Haziran
<b>SFA (Saturated fatty acid)</b>						
C14:0 (Miristik asit)	0.67±0.03 <sup>a</sup>	0.85±0.06 <sup>a</sup>	2.09±0.21 <sup>b</sup>	0.83±0.02 <sup>b</sup>	0.38±0.01 <sup>a</sup>	2.14±0.17 <sup>c</sup>
C16:0 (Palmitik asit)	12.58±0.12 <sup>a</sup>	15.85±0.71 <sup>b</sup>	15.49±0.72 <sup>b</sup>	16.62±0.39 <sup>b</sup>	14.18±0.32 <sup>a</sup>	18.44±0.53 <sup>c</sup>
C18:0 (Stearik asit)	9.32±0.52 <sup>b</sup>	7.05±0.85 <sup>a</sup>	8.67±0.53 <sup>ab</sup>	8.99±0.26 <sup>c</sup>	6.71±0.31 <sup>a</sup>	7.82±0.52 <sup>b</sup>
<i>ΣSFA</i>	22.57	23.75	26.25	26.44	21.27	28.40
<b>MUFA (Monounsaturated fatty acid)</b>						
C16:1 n-9 (Palmitoleik asit)	2.81±0.51 <sup>a</sup>	4.92±0.68 <sup>b</sup>	4.39±0.48 <sup>ab</sup>	2.37±0.41 <sup>b</sup>	1.08±0.17 <sup>a</sup>	1.15±0.10 <sup>a</sup>
C18:1 n-9 (Oleik asit)	16.84±1.90 <sup>a</sup>	21.49±2.41 <sup>a</sup>	22.96±1.49 <sup>a</sup>	15.01±1.76 <sup>a</sup>	14.62±0.61 <sup>a</sup>	16.64±1.33 <sup>a</sup>
C20:1 n-9 (Eikosanoik asit)	1.43±0.12 <sup>a</sup>	1.47±0.17 <sup>a</sup>	2.04±0.17 <sup>b</sup>	1.32±0.08 <sup>b</sup>	0.20±0.04 <sup>a</sup>	0.22±0.03 <sup>a</sup>
C24:1n-9 (Nervonik asit)	2.29±0.07 <sup>b</sup>	1.21±0.15 <sup>a</sup>	2.48±0.20 <sup>b</sup>	0.78±0.04 <sup>a</sup>	0.80±0.06 <sup>a</sup>	0.75±0.04 <sup>a</sup>
<i>ΣMUFA</i>	23.37	29.09	31.87	19.48	16.70	18.76
<b>PUFA (Polyunsaturated fatty acid)</b>						
C18:2 n-6 (Linoleik asit)	3.66±0.78 <sup>a</sup>	4.29±0.59 <sup>a</sup>	2.53±0.70 <sup>a</sup>	11.36±1.03 <sup>a</sup>	13.03±0.56 <sup>a</sup>	14.01±1.25 <sup>a</sup>
C18:3 n-6 (γ-Linolenik asit)	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.35±0.05 <sup>b</sup>	0.75±0.09 <sup>c</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>
C18:3 n-3 (α-Linolenik asit)	0.68±0.05 <sup>a</sup>	0.60±0.06 <sup>a</sup>	0.68±0.13 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.34±0.03 <sup>b</sup>	0.49±0.09 <sup>b</sup>
C20:2 n-6 (Eikosadienoik asit)	1.01±0.24 <sup>c</sup>	0.45±0.10 <sup>b</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	1.86±0.12 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>
C20:3 n-3 (Eikosatrienoik asit)	0.62±0.09 <sup>c</sup>	0.33±0.06 <sup>b</sup>	0.09±0.02 <sup>a</sup>	2.49±0.18 <sup>b</sup>	2.28±0.11 <sup>b</sup>	0.77±0.12 <sup>a</sup>
C20:4 n-6 (Araşidonik asit)	6.93±0.59 <sup>b</sup>	5.64±0.65 <sup>ab</sup>	5.15±0.38 <sup>a</sup>	5.46±0.25 <sup>a</sup>	7.90±0.35 <sup>b</sup>	5.91±0.43 <sup>a</sup>
C20:5 n-3 (Eikosapentanoik asit)	5.28±0.42 <sup>a</sup>	4.92±0.23 <sup>a</sup>	5.05±0.35 <sup>a</sup>	2.15±0.08 <sup>b</sup>	1.67±0.06 <sup>a</sup>	3.05±0.25 <sup>c</sup>
C22:5 n-3 (Dokosapentaenoik asit)	2.55±0.19 <sup>a</sup>	3.07±0.27 <sup>a</sup>	4.69±0.36 <sup>b</sup>	0.48±0.03 <sup>a</sup>	1.85±0.30 <sup>b</sup>	4.44±0.42 <sup>c</sup>
C22:6 n-3 (Dokosaheksaenoik asit)	24.39±2.20 <sup>a</sup>	24.09±2.29 <sup>a</sup>	20.49±1.13 <sup>a</sup>	27.58±0.93 <sup>b</sup>	30.26±0.99 <sup>b</sup>	17.44±2.06 <sup>a</sup>
<i>ΣPUFA</i>	45.12	43.39	38.74	51.78	58.08	46.19
<i>Σn-3</i>	33.52	33.01	31.00	32.75	36.40	26.19
<i>Σn-6</i>	11.60	10.38	7.74	19.03	21.68	20.00
<i>Σn-3/Σn-6</i>	2.89	3.18	4.00	1.72	1.68	1.31
<i>DHA/EPA</i>	4.62	4.90	4.06	12.83	18.12	5.72

Aynı satırdaki farklı harflerle belirlenen veriler arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

Farklı aylarda gökkuşuğu alabalığının karaciğer dokusundaki SFA içinde en yüksek oranlar, palmitik asitte (C16:0) (sırasıyla doğa ve kafeste olmak üzere Nisan ayında %12.58, %16.62, Mayıs ayında %15.85, %14.18, Haziran ayında ise %15.49, %18.44) görülmüştür (Tablo 2).

MUFA içinde baskın olarak bulunan yağ asidi, oleik asit (C18:1n-9) olarak belirlenmiş ve oleik asit oranının ise %14.62 ile %22.96 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 2).

PUFA içinde en baskın olarak bulunan yağ asidi, DHA (C22:6 n-3)'dır. DHA oranları, sırasıyla doğa ve kafeste olmak üzere Nisan ayında %24.39, %27.58, Mayıs ayında %24.09, %30.26, Haziran ayında ise %20.49, %17.44 olarak bulunmuştur (Tablo 2).

**Tablo 2.** Farklı aylarda gökkuşuğu alabalığının karaciğer dokusu yağ asidi kompozisyonunun doğa ile kafese göre değişimi

Yağ asitleri	Nisan		Mayıs		Haziran	
	Doğa	Kafes	Doğa	Kafes	Doğa	Kafes
<b>SFA (Saturated fatty acid)</b>						
C14:0 (Miristik asit)	0.67±0.03	0.83±0.02**	0.85±0.06**	0.38±0.01	2.09±0.21	2.14±0.17
C16:0 (Palmitik asit)	12.58±0.12	16.62±0.39**	15.85±0.71	14.18±0.32	15.49±0.72	18.44±0.53**
C18:0 (Stearik asit)	9.32±0.52	8.99±0.26	7.05±0.85	6.71±0.31	8.67±0.53	7.82±0.52
$\Sigma SFA$	22.57	26.44	23.75	21.27	26.25	28.40
<b>MUFA (Monounsaturated fatty acid)</b>						
C16:1 n-9 (Palmitoleik asit)	2.81±0.51	2.37±0.41	4.92±0.68**	1.08±0.17	4.39±0.48**	1.15±0.10
C18:1 n-9 (Oleik asit)	16.84±1.90	15.01±1.76	21.49±2.41*	14.62±0.61	22.96±1.49**	16.64±1.33
C20:1 n-9 (Eikosanoik asit)	1.43±0.12	1.32±0.08	1.47±0.17**	0.20±0.04	2.04±0.17**	0.22±0.03
C24:1n-9 (Nervonik asit)	2.29±0.07**	0.78±0.04	1.21±0.15	0.80±0.06	2.48±0.20**	0.75±0.04
$\Sigma MUFA$	23.37	19.48	29.09	16.70	31.87	18.76
<b>PUFA (Polyunsaturated fatty acid)</b>						
C18:2 n-6 (Linoleik asit)	3.66±0.78	11.36±1.03**	4.29±0.59	13.03±0.56**	2.53±0.70	14.01±1.25**
C18:3 n-6 ( $\gamma$ -Linolenik asit)	0.00±0.00	0.35±0.05*	0.00±0.00	0.75±0.09**	0.00±0.00	0.05±0.01*
C18:3 n-3 ( $\alpha$ -Linolenik asit)	0.68±0.05**	0.05±0.01	0.60±0.06**	0.34±0.03	0.68±0.13	0.49±0.09
C20:2 n-6 (Eikosadienoik asit)	1.01±0.24	1.86±0.12**	0.45±0.10**	0.00±0.00	0.06±0.01*	0.03±0.01
C20:3 n-3 (Eikosatrienoik asit)	0.62±0.09	2.49±0.18**	0.33±0.06	2.28±0.11**	0.09±0.02	0.77±0.12**
C20:4 n-6 (Araşidonik asit)	6.93±0.59	5.46±0.25	5.64±0.65	7.90±0.35**	5.15±0.38	5.91±0.43
C20:5 n-3 (Eikosapentanoik asit)	5.28±0.42**	2.15±0.08	4.92±0.23**	1.67±0.06	5.05±0.35**	3.05±0.25
C22:5 n-3 (Dokosapentaenoik asit)	2.55±0.19**	0.48±0.03	3.07±0.27**	1.85±0.30	4.69±0.36	4.44±0.42
C22:6 n-3 (Dokosaheksaenoik asit)	24.39±2.20	27.58±0.93	24.09±2.29	30.26±0.99*	20.49±1.13	17.44±2.06
$\Sigma PUFA$	45.12	51.78	43.39	58.08	38.74	46.19
$\Sigma n-3$	33.52	32.75	33.01	36.40	31.00	26.19
$\Sigma n-6$	11.60	19.03	10.38	21.68	7.74	20.00
$\Sigma n-3/\Sigma n-6$	2.89	1.72	3.18	1.68	4.00	1.31
DHA/EPA	4.62	12.83	4.90	18.12	4.06	5.72

\*\*P<0.01, \*P<0.05

**Kolesterol ve Yağda Çözünen Vitamin Düzeyleri**

Doğadan avlanan gökkuşuğu alabalığının karaciğer dokusundaki en yüksek miktarda bulunan D<sub>3</sub> vitaminidir. Vitamin D<sub>3</sub>, Nisan ayında 11.72 mg/100 g, Mayıs ayında 10.84 mg/100 g, Haziran ayında ise 0.42 mg/100 g olarak bulunmuştur (P<0.05). Kolesterol miktarları ise, Nisan ayında 849.02 mg/100 g, Mayıs ayında 943.02 mg/100 g, Haziran ayında ise 181.90 mg/100 g olarak belirlenmiştir (P<0.05) (Tablo 3).

Yetiştiriciliği yapılan gökkuşuğu alabalığının karaciğer dokusunda E vitamini, en fazla düzeyde bulunan vitamindir. Vitamin E miktarları, Nisan ayında 10.16 mg/100 g, Mayıs ayında 6.06 mg/100 g, Haziran ayında ise 1.78 mg/100 g olarak bulunmuştur (P<0.05). Kolesterol miktarları ise, Nisan ayında 536.11 mg/100 g, Mayıs ayında 761.99 mg/100 g, Haziran ayında ise 175.83 mg/100 g olarak bulunmuştur (P<0.05) (Tablo 3).

**Tablo 3.** Doğadan avlanan ve yetiştiriciliği yapılan gökkuşuğu alabalığının karaciğer dokusu yağda çözünen vitamin ve kolesterol düzeylerinin aylara göre değişimi

Vitamin ve kolesterol	Doğa			Kafes		
	Nisan	Mayıs	Haziran	Nisan	Mayıs	Haziran
A	4.97±1.14 <sup>c</sup>	1.87±0.39 <sup>b</sup>	0.35±0.06 <sup>a</sup>	0.11±0.01 <sup>c</sup>	0.07±0.01 <sup>b</sup>	0.03±0.00 <sup>a</sup>
D <sub>2</sub>	0.09±0.02 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.12±0.03 <sup>a</sup>	0.36±0.06 <sup>b</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>
D <sub>3</sub>	11.72±1.93 <sup>b</sup>	10.84±2.73 <sup>b</sup>	0.42±0.10 <sup>a</sup>	0.32±0.03 <sup>b</sup>	1.75±0.07 <sup>c</sup>	0.02±0.00 <sup>a</sup>
E	6.72±1.08 <sup>b</sup>	7.00±0.52 <sup>b</sup>	1.83±0.31 <sup>a</sup>	10.16±1.79 <sup>c</sup>	6.06±1.51 <sup>b</sup>	1.78±0.14 <sup>a</sup>
K <sub>1</sub>	1.76±0.46 <sup>b</sup>	0.23±0.05 <sup>a</sup>	0.12±0.03 <sup>a</sup>	0.10±0.03 <sup>a</sup>	1.19±0.28 <sup>b</sup>	0.08±0.01 <sup>a</sup>
K <sub>2</sub>	0.86±0.23 <sup>ab</sup>	1.58±0.42 <sup>b</sup>	0.25±0.06 <sup>a</sup>	0.19±0.04 <sup>a</sup>	0.54±0.10 <sup>b</sup>	0.40±0.08 <sup>b</sup>
Kolesterol	849.02±88.63 <sup>b</sup>	943.02±75.75 <sup>b</sup>	181.90±23.04 <sup>a</sup>	536.11±20.89 <sup>b</sup>	761.99±26.75 <sup>c</sup>	175.83±12.49 <sup>a</sup>

Aynı satırdaki farklı harflerle belirlenen veriler arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

Farklı aylarda gökkuşuğu alabalığının karaciğer dokusunda en yüksek düzeyde bulunan vitaminler, D<sub>3</sub> ile E vitaminidir. Vitamin D<sub>3</sub> miktarları sırasıyla doğa ve kafeste olmak üzere; Nisan ayında 11.72, 0.32 mg/100 g, Mayıs ayında 10.84, 1.75 mg/100 g, Haziran ayında ise 0.42, 0.02 mg/100 g olarak bulunmuştur. Vitamin E miktarları sırasıyla doğa ve kafeste olmak üzere; Nisan ayında 6.72, 10.16 mg/100 g, Mayıs ayında 7.00, 6.06 mg/100 g, Haziran ayında ise 1.83, 1.78 mg/100 g olarak elde edilmiştir (Tablo 4).

Kolesterol miktarları ise sırasıyla doğa ve kafeste olmak üzere; Nisan ayında 849.02, 536.11 mg/100 g, Mayıs ayında 943.02, 761.99 mg/100 g, Haziran ayında ise 181.90, 175.83 mg/100 g olarak belirlenmiştir (Tablo 4).

**Tablo 4.** Farklı aylarda gökkuşuğu alabalığının karaciğer dokusu yağda çözünen vitamin ve kolesterol düzeylerinin doğa ile kafese göre değişimi

Vitamin ve kolesterol	Nisan		Mayıs		Haziran	
	Doğa	Kafes	Doğa	Kafes	Doğa	Kafes
A	4.97±1.14**	0.11±0.01	1.87±0.39**	0.07±0.01	0.35±0.06**	0.03±0.00
D <sub>2</sub>	0.09±0.02	0.12±0.03	0.00±0.00	0.36±0.06**	0.01±0.00	0.05±0.01**
D <sub>3</sub>	11.72±1.93**	0.32±0.03	10.84±2.73**	1.75±0.07	0.42±0.10*	0.02±0.00
E	6.72±1.08	10.16±1.79*	7.00±0.52	6.06±1.51	1.83±0.31	1.78±0.14
K <sub>1</sub>	1.76±0.46*	0.10±0.03	0.23±0.05	1.19±0.28**	0.12±0.03	0.08±0.01
K <sub>2</sub>	0.86±0.23*	0.19±0.04	1.58±0.42*	0.54±0.10	0.25±0.06	0.40±0.08
Kolesterol	849.02±88.63*	536.11±20.89	943.02±75.75*	761.99±26.75	181.90±23.04	175.83±12.49

\*\*P&lt;0.01, \*P&lt;0.05

**Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesine Ait Suyun Sıcaklık, pH ve Çözünmüş Oksijen Düzeyleri**

Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesine ait suyun sıcaklık, çözünmüş oksijen ve pH değerleri Tablo 5'de gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesine ait suyun sıcaklık, çözünmüş oksijen ve pH değerleri

Parametreler	Aylar		
	Nisan	Mayıs	Haziran
Sıcaklık (°C)	11.80±0.02 <sup>a</sup>	20.00±0.04 <sup>b</sup>	26.30±0.06 <sup>c</sup>
pH	8.72±0.02 <sup>a</sup>	8.80±0.02 <sup>b</sup>	8.96±0.03 <sup>c</sup>
Çözünmüş oksijen (mg/L)	11.30±0.01 <sup>a</sup>	9.80±0.03 <sup>b</sup>	8.76±0.02 <sup>c</sup>

Aynı satırdaki farklı harflerle belirlenen veriler arasındaki farklar önemlidir (P&lt;0.05).

**TARTIŞMA****Yağ Asidi Kompozisyonu**

Çalışmamızdaki balıklardan elde edilen karaciğer dokularındaki palmitik asit (C16:0) oranı %12.58-18.44 olarak belirlenmiştir. Haliloğlu vd. (2004) *O. mykiss*'in karaciğer dokusundaki palmitik asit miktarını %16.4-19.7 olarak bildirmişlerdir. Harlıoğlu (2012) *O. mykiss*'in karaciğer dokusunda palmitik asit miktarını %17.37 olarak belirtmiştir. Öz (2017) *O. mykiss*'in karaciğer dokusunda palmitik asit miktarını %12,03-13,18 olarak bildirmiştir. Çalışmamızdaki bulgular ile Haliloğlu vd. (2004), Harlıoğlu (2012) ve Öz (2017)'ün palmitik asit bulguları uygunluk göstermektedir. Akpınar vd. (2009) palmitik asit miktarını *Salmo trutta macrostigma*'nın karaciğerinde %19,0-19,1 arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Jankowska vd. (2010) doğa ve kafesteki *Perca fluviatilis*'in yağ asitleri profili çalışmasında; karaciğerde palmitik asit miktarını %21,34-21,96 olarak belirtmişlerdir. Kaçar ve Başhan (2022) palmitik asit miktarını *Cyprinus carpio*'nun karaciğerinde %18,94-31,7 arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmamızdaki bulgular, Akpınar vd. (2009), Jankowska vd. (2010) ve Kaçar ve Başhan (2022)'a göre düşüktür.

Oleik asit (C18:1 n-9) oranı %14.62-22.96 olarak bulunmuştur. Haliloğlu vd. (2004) *O. mykiss*'in karaciğer dokusundaki oleik asit miktarını %15.2-22.3 olarak bildirmişlerdir. Harlıoğlu (2012) *O. mykiss*'in karaciğer dokusunda oleik asit miktarını %16.10 olarak belirtmiştir. Akpınar vd. (2009) oleik asit miktarını *Salmo trutta macrostigma*'nın karaciğerinde %15,6-17,6 aralığında bulmuşlardır. Öz (2017) *O. mykiss*'in karaciğer dokusunda oleik asit miktarını %17,24-21,71 olarak bildirmiştir. Çalışmamızdaki bulgular ile Haliloğlu vd. (2004), Harlıoğlu (2012), Akpınar vd. (2009) ve Öz (2017)'ün oleik asit bulguları uygunluk göstermektedir. Jankowska vd. (2010) doğa ve kafesteki *Perca fluviatilis*'in yağ asitleri profili çalışmasında; karaciğerde oleik asit miktarını %10,59-14,10 olarak ifade etmişlerdir. Çalışmamızdaki bulgular, Jankowska vd. (2010)'ne göre yüksektir. Kaçar ve Başhan (2022) oleik asit miktarını *Cyprinus carpio*'nun karaciğerinde %14,69-27,62 arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmamızdaki bulgular, Kaçar ve Başhan (2022)'a göre düşüktür.

n-3 serisi yağ asitlerinden DHA (C22:6 n-3) oranı %17.44-30.26 olarak tespit edilmiştir. Haliloğlu vd. (2004) *O. mykiss* ile ilgili çalışmasında, karaciğer dokusuna ait DHA (C22:6 n-3) oranını %24.9-25.9 olarak bildirmişlerdir. Harlıoğlu (2012) *O. mykiss*'in karaciğer dokusunda DHA (C22:6 n-3) oranını %30.49 olarak belirtmiştir. Öz (2017) *O. mykiss*'in karaciğer dokusunda



DHA oranını %25,83-30,96 olarak bildirmiştir. Mevcut çalışmadaki bulgular ile Haliloğlu vd. (2004), Harlıoğlu (2012) ve Öz (2017)'ün DHA yağ asitleri bulguları uygunluk göstermektedir. Akpınar vd. (2009) *Salmo trutta macrostigma*'nın karaciğerinde DHA oranının %12,7-15,6 arasında bulunduğunu ifade etmişlerdir. Akpınar vd. (2009)'ne göre çalışmamızdaki DHA oranı yüksektir. Jankowska vd. (2010) doğa ve kafesteki *Perca fluviatilis*'in yağ asitleri profili çalışmasında; karaciğerde DHA oranını %16,40-21,28 olarak ifade etmişlerdir. Jankowska vd. (2010)'ne göre çalışmamızdaki DHA oranı yüksektir. Kaçar ve Başhan (2022) DHA oranını *Cyprinus carpio*'nun karaciğerinde %7,27-17,51 arasında olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmamızdaki bulgular, Kaçar ve Başhan (2022)'a göre yüksektir.

Toplam n-3 ( $\Sigma$ n-3) serisi yağ asitleri oranları %26.19-36.40 ve toplam n-6 ( $\Sigma$ n-6) serisi yağ asitleri oranları %7.74-21.68 arasında bulunmuştur. Bu karaciğer dokularına ait toplam n-3 serisi yağ asitlerinin, toplam n-6 serisi yağ asitlerine oranının ( $\Sigma$ n-3/ $\Sigma$ n-6) 1.31-4.00 arasında olduğu belirlenmiştir. Haliloğlu vd. (2004) *O. mykiss*'in karaciğer dokusuna ait  $\Sigma$ n-3 serisi yağ asitlerini %28.1-34.0,  $\Sigma$ n-6 serisi yağ asitlerini %12.3-14.9 ve  $\Sigma$ n-3/ $\Sigma$ n-6 oranını ise 1.94-2.71 arasında bulmuşlardır. Bu çalışmadaki bulgular ile Haliloğlu vd. (2004)'nın  $\Sigma$ n-3,  $\Sigma$ n-6 ve  $\Sigma$ n-3/ $\Sigma$ n-6 yağ asitleri bulguları uygunluk göstermektedir. Harlıoğlu (2012) *O. mykiss*'in karaciğer dokusunda  $\Sigma$ n-3 serisi yağ asitlerini %40.38,  $\Sigma$ n-6 serisi yağ asitlerini %8.81 ve  $\Sigma$ n-3/ $\Sigma$ n-6 oranını ise 4.58 olarak belirtmiştir. Çalışmamızdaki  $\Sigma$ n-3 ve  $\Sigma$ n-3/ $\Sigma$ n-6 serisi yağ asitleri bulguları; Harlıoğlu (2012)'na göre düşük,  $\Sigma$ n-6 serisi yağ asitleri bulguları ise uygunluk göstermektedir. Akpınar vd. (2009) *Salmo trutta macrostigma*'nın karaciğerinde  $\Sigma$ n-3 serisi yağ asitlerinin %24,5-31,1,  $\Sigma$ n-6 serisi yağ asitlerinin %10,9-12,4 ve  $\Sigma$ n-3/ $\Sigma$ n-6 oranının ise 1,97-2,89 arasında bulunduğunu ifade etmişlerdir. Akpınar vd. (2009)'ne göre çalışmamızdaki  $\Sigma$ n-3 serisi yağ asidi bulguları yüksek,  $\Sigma$ n-3/ $\Sigma$ n-6 oranı ile  $\Sigma$ n-6 serisi yağ asidi bulguları ise uygunluk göstermektedir. Jankowska vd. (2010) doğa ve kafesteki *Perca fluviatilis*'in yağ asitleri profili çalışmasında; karaciğerde  $\Sigma$ n-3 serisi yağ asitlerini %22,64-28,49,  $\Sigma$ n-6 serisi yağ asitlerini %6,69-11,85 ve  $\Sigma$ n-3/ $\Sigma$ n-6 oranını ise 2,40-3,38 olarak bildirmişlerdir. Jankowska vd. (2010)'ne göre çalışmamızdaki  $\Sigma$ n-3 ve  $\Sigma$ n-6 serisi yağ asidi bulguları yüksek,  $\Sigma$ n-3/ $\Sigma$ n-6 oranıyla uygunluk göstermektedir. Kaçar ve Başhan (2022) *Cyprinus carpio*'nun karaciğerinde  $\Sigma$ n-3 serisi yağ asitlerinin %15,07-25,84,  $\Sigma$ n-6 serisi yağ asitlerinin %6,09-15,77 ve  $\Sigma$ n-3/ $\Sigma$ n-6 oranının ise 1,33-2,55 arasında bulunduğunu ifade etmişlerdir. Kaçar ve Başhan (2022)'a göre çalışmamızdaki  $\Sigma$ n-3 ve  $\Sigma$ n-6 serisi yağ asidi bulguları yüksek,  $\Sigma$ n-3/ $\Sigma$ n-6 oranı yağ asidi bulguları ise uygunluk göstermektedir.

Bu çalışmada, *O. mykiss*'in karaciğer dokusunda belirlenen yağ asidi miktarları ile diğer araştırmacıların tespit ettiği değerler arasındaki farklılıkların nedeni; balıkların türü, yaşı, cinsiyeti, büyüklüğü, farklı doku ve organlarda bulunması, mevsimsel değişimler, su sıcaklığındaki farklılıklar, beslenme ve yaşadığı ortam koşulları olabilir.

#### Kolesterol ve Yağda Çözünen Vitamin Düzeyleri

Çalışmamızda, vitamin A (retinol) 0.03-4.97 mg/100 g, vitamin D ( $D_2+D_3$ ) 0.07-11.81 mg/100 g, vitamin E ( $\alpha$ -Tokoferol) 1.78-10.16 mg/100 g, vitamin K ( $K_1+K_2$ ) 0.29-2.62 mg/100 g olarak belirlenmiştir.

Harlıoğlu (2014), *Barbus grypus* türünün karaciğerinde 1.08 mg/100 g vitamin A, 0.34 mg/100 g vitamin D, 2.85 mg/100 g vitamin E ve 0.79 mg/100 g vitamin K olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmamızdaki vitamin miktarları, Harlıoğlu (2014)'nin bildirdiği değerlerle uygunluk göstermektedir.

Kandemir (2010), *Esox lucius*'un vitaminlerle ilgili çalışmasında, karaciğerde 1.81 mg/100 g vitamin K, 3.94 mg/100 g vitamin D ve 13.06 mg/100 g vitamin E olduğunu ifade etmiştir. Kandemir (2010)'in vitamin E miktarı, mevcut bulgulara göre yüksektir.

Yaptığımız çalışmada, karaciğer dokusundaki kolesterol içeriği 175.83-943.02 mg/100 g olarak bulunmuştur. Kandemir (2010) *Esox lucius*'un karaciğerindeki kolesterol miktarını 32.0 mg/100 g olarak belirlemiştir. Harlıoğlu (2014), *Barbus grypus* türünün karaciğerinde 185.6 mg/100 g kolesterol bulunduğunu bildirmiştir. Çalışmamızdaki kolesterol miktarı, Harlıoğlu (2014)'nin bulgularıyla uygunluk göstermekte; Kandemir (2010)'in bulgularından ise yüksek olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada, *O. mykiss*'in karaciğer dokusunda belirlenen A, D, E ve K vitamini ve kolesterol miktarları ile diğer çalışmalardaki bulgular arasındaki farklılıkların nedeni; tür, yaşama ortamı, beslenme koşulları, büyüklük, yağlılık durumu, su şartlarının farklılığı, biyolojik ve mevsimsel farklılıklar olabilir.

#### SONUÇ

Doğadaki alabalıkların karaciğerinde  $\Sigma$ MUFA, eikosapentaenoik asit (EPA), D vitamini ve kolesterol içeriğinin daha yüksek;  $\Sigma$ PUFA, DHA ve E vitamini içeriğinin ise daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamız, Pertek bölgesinde doğa ve kafeslerdeki gökkuşağı alabalıklarında besin madde içerik ve düzeylerini belirlemeye yönelik yapılan ilk çalışma özelliği taşımakta olup özgün değere sahiptir.

#### ETİK STANDARTLARA UYUM

##### Yazar katkıları

Bütün araştırmacılar projede görev almış olup çalışmaya katkı sunmuşlardır.

##### Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Çalışmaya İlişkin Beyan

**Etik onay:** Hayvanların bakımı ve kullanımı için geçerli tüm uluslararası, ulusal ve / veya kurumsal yönergelere uyulmuştur.

## İnsan Hakları Beyanı

**Etik onay:** Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

## KAYNAKLAR

- 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.
- Bingöl, G. (1976). Lipidler. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayını No: 41.
- Bromage, R. N., & Roberts, J. R. (1995). Broodstock management and egg larval quality. Blackwell Science Ltd., Cambridge, 424 p.
- Caballero, M. J., Lopez-Calero, G., Socorro, J., Roo, F. J., Izquierdo, M. S., & Fernandez, A. J. (1999). Combined effect of lipid level and fish meal quality on liver histology of gilthead seabream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 179:277-290. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00165-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00165-9)
- Cahu, C., Salen, P., & Lorgeril, M. D. (2004). Farmed and wild fish in prevention of cardiovascular disease: assessing possible differences in lipid nutritional values. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 14: 34-41. [http://dx.doi.org/10.1016/S0939-4753\(04\)80045-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0939-4753(04)80045-0)
- Christie, W. W. (1992). Gas chromatography and lipids. The Hammah Research Institute, Atr, Scotland.
- Çetinkaya, O. (1989). Balık besleme ve yem teknolojisi, Akdeniz Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Yüksekokulu Ders Notu, Eğirdir.
- Haliloğlu, H. İ., Bayır, A., Sirkecioğlu, A. N., Aras, N. M., & Atamanalp, M. (2004). Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. Food Chemistry, 86: 55-59. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.08.028>
- Halver, J. E. (1972). Fish nutrition. Academic Press Inc., New York.
- Halver, J. E. (1989). The vitamins. In: Halver, J.E. (Ed.), Fish Nutrition. Academic Press, San Diego, USA, pp. 32-111.
- Harlıoğlu, A. (2012). Fatty acid composition, fat soluble vitamins and cholesterol content of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Pakistan Journal of Zoology, 44(4): 1013-1019.
- Harlıoğlu, A. (2014). Fatty acid composition, cholesterol, and fat-soluble vitamins in the muscle, liver, and gonad of shabbout (*Barbus grypus*, Heckel 1843). Acta Alimentaria, 43(2); 202-209. <https://doi.org/10.1556/aalim.43.2014.2.2>
- Hara, A. R., & Radin, N. S. (1978). Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. Analytical Biochemistry, 90(1): 420-426.
- Jankowska, B., Zakes, Z., Zmijewski, T., & Szczepkowski, M. (2010). Fatty acid profile of muscles, liver and mesenteric fat in wild and reared perch (*Perca fluviatilis* L.). Food Chemistry., 118; 764-768.
- Kaçar, S., & Başhan, M. (2022). *Cyprinus carpio* karaciğer dokusu yağ asidi içeriğinin mevsimsel değişimi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 12(1), 66-81.
- Kalaycıoğlu, L., Serpek, B., Nizamlioğlu, M., Başpınar, N., & Tiftik, A. M. (1998). Biyokimya. Veteriner Fakültesi Basım Ünitesi, Konya, 654s.
- Kandemir, Ş. (2010). The fatty acid composition and cholesterol and vitamin contents of different muscles of *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) living in Lake Ladik. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(7): 1179-1190. <http://dx.doi.org/10.3923/javaa.2010.1179.1190>
- Kebir, M. V., Barnathan, G., Gaydou, E. M., Siau, Y., & Miralles, J. (2007). Fatty acids in liver, muscle and gonad of three tropical rays including non-methylene interrupted dienoic fatty acids. Lipids, 42: 525-535. <http://dx.doi.org/10.1007/s11745-007-3040-x>
- Keha, E. E., & Küfrevioğlu, Ö. İ. (2015). Biyokimya. Aktif yayınevi. 11. Baskı, Erzurum, 635s.
- Köprücü, K. (2012). Balık besleme ders notları. Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Elazığ.
- L'opez-Cervantes, J., S'anchez-Machado D. I., & R'ios-V'azquez N. J. (2006). High performance liquid chromatography method for the simultaneous quantification of retinol, tocopherol and cholesterol in shrimp waste hydrolysate. Journal of Chromatography A, 1105: 135-139. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.08.010>

- Öz, M. (2017). Çörek otu (*Nigella sativa*) yağının gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) karaciğer yağ asidi profiline etkisi. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 28(1), 55-59.
- Rincon-Sanchez, A. R, Hernandez, A., Lopez, M. L., & Mendoza-Figueroa, T. (1992). Synthesis and secretion of lipids by long-term cultures of female rat hepatocytes. *Biology of the Cell*, 76: 131-138. [https://doi.org/10.1016/0248-4900\(92\)90205-F](https://doi.org/10.1016/0248-4900(92)90205-F)
- Yılmaz, E., Naz, M., Akyurt, İ., & Türkmen, M. (2005). Karabalıklarda (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) üreme periyodu ve larvaların gelişim dönemlerine ait kimyasal kompozisyonlarının tespiti üzerine bir araştırma. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 72, 213-218.