

## Çörek Otu (*Nigella sativa*) Yağının Gökkuşluğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) Karaciğer Yağ Asidi Profiline Etkisi

Mustafa Öz

*Su Ürünleri ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Veteriner Fakültesi, Aksaray Üniversitesi, Aksaray, Türkiye*

Geliş Tarihi / Received: 17.04.2017, Kabul Tarihi / Accepted: 03.06.2017

**Özet:** Bu çalışmada gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemine %0.0, %0.10, %0.40, %0.70, %1.0 ve %1.3 oranında çörek otu yağı ilave edilmiş ve 120 gün besleme yapılmıştır. Çalışmada alabalık yemine ilave edilen çörek otu yağının karaciğer yağ asidi profiline etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın başında ortalama ağırlığı 90 gram olan balıklara günde 3 defa serbest yemleme yapılmıştır. Besleme periyodu sonunda balıklar sırası ile; 260 g, 270 g, 272 g, 265 g, 290 g ve 285 g canlı ağırlığa ulaşmıştır. Araştırmada karaciğer temel yağ asitleri miristik asit, palmitik asit, palmitoleik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit, linolenik asit, eikosapentaenoik asit ve dekosaheksaenoik asit olarak belirlenmiştir. Balık karaciğerinin toplam doymuş yağ asitleri (SFA) 19.28 – 21.13; Toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) 24.13 – 29.89 ve toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) 47.23 – 52.23 arasında değişmektedir. Sonuç olarak; alabalık yemine ilave edilen çörek otu yağı oleik asit, adrenik asit, linoleik asit ve miristik asit seviyelerinde artışa sebep olurken; palmitik asit, stearik asit, eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asit seviyelerinde ise azalmalara sebep olmuştur. Ayrıca yeme ilave edilen çörek otu yağı karaciğerin toplam SFA ve toplam PUFA miktarının azalmasına, toplam MUFA'nın ise artmasına sebep olmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Çörek otu yağı, gökkuşluğu alabalığı, karaciğer, yağ asitleri

### Effect of Black Cumin Oil (*Nigella sativa*) on Liver Fatty Acid Profile of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

**Abstract:** In this study, rainbow trout were fed for a total of 120 days with different feed mixes containing 0.00%, 0.10%, 0.40%, 0.70%, 1.00% and 1.30% black cumin oil. In the study, the effect of black cumin oil added to the trout diet on the fatty acid profile of the liver was investigated. At the beginning of the study, fish with an average weight of 90 grams were free-fed three times a day. At the end of the feeding period, fish weight reached; 260 g, 270 g, 272 g, 265 g, 290 g and 285 g respectively. The effect of black cumin oil on liver fatty acid composition of rainbow trout was researched. The predominant fatty acids in liver were found as myristic acid, palmitic acid, palmitoleic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid, eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid. In the study, total saturated fatty acids (SFA) of fish liver were found 19.28 - 21.13; Total monounsaturated fatty acids (MUFA) 24.13 - 29.89 and total polyunsaturated fatty acids (PUFA) 47.23 - 52.23 respectively. As a result, the addition of black cumin oil the meal caused increases in oleic acid, adrenic acid, linoleic acid and myristic acid levels while causing decreases in Palmitic Acid, Stearic Acid, Eicosapentaenoic acid and Dokosaheksaenoic acid levels. In addition, black cumin oil added to the fish diet led to a decrease in the total saturated fatty acids and total polyunsaturated fatty acids in the liver and an increase in total monounsaturated fatty acids.

**Key words:** Black cumin oil, liver, rainbow trout, fatty acids

### Giriş

Artan dünya nüfusu ile birlikte insanlığın protein ihtiyacının karşılanmasında su ürünleri önemli bir yere sahiptir. Doğadan avlanan su ürünlerini dünya nüfus artışı ve protein ihtiyacına paralel olarak arttırmak mümkün değildir. İnsanlığın su ürünleri ihtiyacının karşılanmasında avcılık değil de yetiştiricilikle sağlanan ürün miktarını arttırmak zorunlu hale gelmiştir. Dünya su ürünleri üretiminde avcılık değerlerine bakıldığında 2008 yılı ile 2014 yılların-

da 90 milyon ton ile 93 milyon ton arasında dalgalanma görülmüştür. Fakat yetiştiricilik yolu ile elde edilen üretim miktarlarına bakıldığında sürekli bir artış göze çarpmaktadır [1].

Ülke nüfusunun hayvansal protein açığının kapatılmasında, yeterli ve dengeli beslenme düzeyine erişilmesinde su ürünleri son derece önemli bir yere sahiptir. Entansif koşullarda balık yetiştiriciliğinin amaç; ekonomik koşullarla en kısa sürede balıkların istenilen düzeye getirilmesidir. Bunun sağlanması

için uygun şekilde hazırlanmış yemlerle balıkların yeterli bir şekilde beslenmesi gerekmektedir [2, 3].

Balıklarda enerji ihtiyacı lipitlerden karşılanır ve lipitler, balıklarda farklı dokularda, özellikle kas dokusunda, iç organlar arasında ve karaciğerde depolanır. Balık karaciğerinin incelenmesi, diyetteki besin maddelerinin gelişme ve büyüme üzerindeki etkilerini görmemizi ve balığın sağlıklı bir şekilde beslenip beslenmediğini anlamamızı sağlayan en önemli işlemlerden biridir. Diyetlerin lipit oranın yüksek olması ve kullanılan lipitlerin dengeli bir şekilde esansiyel yağ asitlerini içermemesi, balık karaciğerinde yüksek oranda lipit depolanmasına neden olur. Bu durumun karaciğer dejenerasyonuna neden olduğu bildirilmiştir [4].

Akua kültürdeki temel amaç, yeterli sayıda yavru üretilip bunları mümkün olan en kısa zamanda ve en düşük maliyetle pazar ağırlığına ulaştırmaktır. Balıkların yaşaması, büyümesi, üremesi, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı olabilmesi için yetiştiriciliği yapılan balık türünün yeterli ve kaliteli yemlerle beslenmesi gerekmektedir. Besin maddeleri bakımından yeterli ve dengeli rasyonlarla yapılacak besleme, balık üretimini ekonomik bir hale getirecek ve balık yetiştiriciliğinin gelişmesini hızlandıracaktır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde performansı artırmak, balık sağlığını korumak ve birim alandan elde edilen ürün miktarını ve kalitesini olumlu yönde etkilemek için çeşitli yem katkı maddeleri kullanılmaktadır [5, 6].

Çörek otu çok eskiden beri bilinen bir kültür bitkisidir ve çörek otunun besin içeriği; %20.8 ham protein, %3.7 ham kül, %7.0 nem, lipit % 34.8 ve % 33.7 karbonhidrattan oluşmaktadır [7]. Çörek otunun; Antibakteriyel, antifungal, antiviral, antiprotozoan, antihistaminik, antioksidan, antiinflamatuvar ve immünostimulant etkileri olduğu bildirilmiştir. Özellikle de astım, hipertansiyon, enflamasyon, öksürük, bronşit, baş ağrısı, egzama, grip, ateş, baş dönmesi gibi birçok hastalıklarda kullanılmaktadır [8]. Balık yemine çörek otu yağı ilave edilmesi balıklarda büyüme hızını arttırmak ve balık sağlığını korumak için tavsiye edilmektedir [5].

Bu çalışmada gökkuşluğu alabalığının karaciğer yağ asitlerindeki değişimler incelenerek, depo organ olan karaciğerin verilen yemlerden etkilenip etkilenmediği ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## Materyal ve Metod

### Denemenin hazırlanması

Araştırmada özel bir yem firmasından alınan ticari alabalık yemi (Abalıoğlu Blueaq, Denizli, Türkiye) kullanılmıştır. Balık yemi üzerine soğuk presle üretilmiş çörek otu yağı püskürtme tekniği ile ilave edilmiş ve homojen bir hal alana kadar karıştırılmıştır. Alabalık yemine ilave edilen soğuk preste üretilen çörek otu yağının yağ asidi profili Tablo 1 de verilmiştir.

**Tablo 1.** Balık yemine ilave edilen çörek otu yağının yağ asitleri

Çörek otu yağının yağ asitleri (%)		
C14:0	Miristik asit	0.46±0,02
C14:1	Miristoleik asit	0.72±0,27
C16:0	Palmitik asit	12.47±0,08
C16:1	Palmitoleik asit	1.10±0,22
C18:0	Stearik asit	3.45±0,11
C18:1 n9	Oleik asit	27.37±0,82
C18:2 n6	Linoleik asit	49.72±1,44
C18:3 n3	Linolenik asit	0.355±0,03
C20:1	Ekosenoik asit	2.295±0,02

n=5

Bu çalışmada Adana-Pozantı bölgesinde bulunan Öz Alabalık Üretim Tesisi'nden temin edilen 90 g ağırlığındaki gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) materyal olarak kullanılmıştır. Denemeye 3 tekerrürlü olarak, 18 havuzda 150'şer adet balık ile başlanmış toplamda 2700 adet balık kullanılmıştır. Kullanılan balıkların başlangıç ağırlığı 90 gram olup besleme periyodu sonunda balıklar sırasıyla; 260 g, 270 g, 272 g, 265 g, 290 g ve 285 g canlı ağırlığa ulaşmıştır. Deneme sonunda her bir havuzdan rastgele 30 adet balık alınarak soğuk muhafaza koşulları altında Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama İşleme Teknolojisi Bölümü İşleme Teknolojisi ABD Laboratuvarına götürülmüş ve balıkların karaciğeri alınarak analizlere başlanmıştır.

### Yağ Asitleri Tayini

Lipit analizi Bligh ve Dyer [9]'in uyguladığı yöntem göre yapılmıştır. 10-15g homojenize edilmiş örnek, üzerine 120 ml metanol/kloroform (1/2) eklendikten sonra Ultratoraks (T 25 basic IKA-WERKE) ile karıştırılmıştır. Daha sonra bu örnekler üzerine

20 ml %0,4'lük CaCl<sub>2</sub> solüsyonundan eklenerek filtre kâğıdından (Scheicher & Schuell, 5951/2 185 mm) süzülen örnekler, 105°C'de 2 saat etüvde bekletilip darası alınmış olan balon jöjelere süzdürülmüştür. Bu balonlar ağzları hava almayacak şekilde kapatılıp 1 gece karanlık bir ortamda bekletilmiş ve ertesi gün metanol-sudan oluşan üst tabaka bir ayırma hunisi yardımıyla alınmıştır. Balonların içinde kalan kloroform-lipit kısmından kloroform +60°C'de su banyosunda rotary evaporatör kullanılarak uçurulmuştur. Daha sonra balonlar etüvde 1 saat süreyle 60°C'de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamının uçması sağlanmış ve bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Tartımları yapılan balonların içerisine 2ml n-heptan eklenerek yağlar çözdürülmüş ve yağ asidi tayini için 15 ml'lik falcon tüplerine alınmıştır.

Ekstrakte edilmiş lipitten, yağ asidi metil esterleri Ichibara ve ark., [10] metoduna göre yapılmıştır.

## Bulgular

Yemlerine farklı oranlarda çörek otu yağı ilave edilmiş yemle beslenen gökkuşluğu alabalığının karaciğer yağ asidi profili Tablo 2'de gösterilmiştir. Bütün gruplardaki balıkların karaciğerlerinde 20 farklı yağ asidi belirlenmiştir. Balık karaciğerlerinde temel yağ asitleri; miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit(C18:0), oleik asit (C18:1 n9), linoleik asit (C18:2 n6), vakkenik asit (C18:1 n7), linolenik asit (C18:3 n3), eikosenoik Asit (C20:1), eikosapentaenoik asit (C20:5 n3), gamma-linolenik asit (C20:3 n6), dokosaheksaenoik asit (C22:6 n3) olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışmamızda balık karaciğerinin toplam doymuş yağ asitleri (SFA) 19.28 – 21.13; toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) 24.13 – 29.89 ve toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) 47.23 – 52.23 arasında değişmekte olduğu bulunmuştur.

**Tablo 2.** Çörek otu yağı ilave edilmiş yemle beslenen gökkuşluğu alabalığı karaciğerinin yağ asitleri

Yağ Asitleri	Gruplar					
	G1	G2	G3	G4	G5	G6
C14:0 (Miristik Asit)	1,21	1,64	1,68	1,79	1,87	1,99
C16:0 (Palmitik Asit)	13,18	13,07	12,63	12,31	12,22	12,03
C16:1 (Palmitoleik Asit)	1,60	2,71	2,17	2,52	1,93	1,98
C17:0 (Margarik asit)	0,31	0,17	0,21	0,25	0,3	0,23
C18:0 (Stearik Asit)	6,27	5,77	5,66	5,75	5,08	4,72
C18:1n9 (Oleik Asit)	17,24	18,5	19,04	20,43	21,21	21,71
C18:1n7 (Cis-vakkenik asit)	2,73	2,84	2,88	2,98	3,05	3,09
C18:2 n6 (Linoleik Asit)	6,69	7,57	7,81	8,22	8,27	8,59
C18:3 n6 (Gamma-linolenik asit)	0,19	0,11	0,18	0,15	0,14	0,26
C18:3 n3 (Linolenik asit)	1,29	1,33	1,46	1,53	1,66	1,69
C20:0 (Araşidik asit)	0,16	0,35	0,35	0,43	0,27	0,31
C20:1 (Cis-11-Eikosenoik Asit)	2,56	2,91	2,91	3,01	2,74	3,11
C20:2 cis (Eikosadienoik)	1,43	1,24	1,34	1,22	1,36	1,59
C20:3 n6 (Gamma-linolenik asit)	4,01	3,72	3,43	2,56	2,98	2,57
C20:4 n6 (Araşidonik asit)	0,32	0,31	0,32	0,32	0,30	0,30
C20:3 n3 (Eikosatrienoik asit)	0,55	0,67	0,73	0,83	0,62	0,72
C20:5 n3 (Eikosapentaenoik asit)	4,95	4,48	4,2	4,01	3,62	3,27
C22:4 n6 (Adrenik asit)	0,47	0,91	0,99	1,06	1,11	1,12
C22:5 n3 (Dokosapentaenoik asit)	1,37	0,69	1,38	1,68	1,42	1,29
C22:6 n3 (Dokosaheksaenoik asit)	30,96	28,68	28,41	26,11	26,62	25,83
ΣSFA	21,13	21,00	20,53	20,53	19,74	19,28
ΣMUFA	24,13	26,96	27,00	28,94	28,93	29,89
ΣPUFA	52,23	49,71	50,25	47,69	48,1	47,23
Toplam	97,49	97,67	97,78	97,16	96,77	96,4
<b>Belirlenemeyen</b>	<b>2,51</b>	<b>2,33</b>	<b>2,22</b>	<b>2,84</b>	<b>3,23</b>	<b>3,60</b>

n=5

## Tartışma ve Sonuç

Gökkuşacağı alabalığının karaciğer yağ asidi bileşimleri beslenme ve lipit kaynağından etkilenmiş ve birçok yağ asidi miktarında azalma ya da artışlar gözlenmiştir. Araştırmada balık yemine çörek otu yağı ilavesi miristik asit seviyesinde artışa sebep olurken palmitik asit ve palmitoleik asit seviyesinde düşme olduğu belirlenmiştir. Dernekbaşı [11] yaptığı çalışmada bizim çalışmamızla benzer şekilde palmitik asit ve palmitoleik asit seviyesinde düşme olduğunu rapor etmiştir.

Stearik Asit (C18:0) seviyesi 4.72 - 6.27 arasında bulunmuştur. Daha önce yapılan bir çalışmada da stearik asidin 8.17-10.62 arasında değiştiği rapor edilmiştir [12].

Araştırmada, besleme periyodu sonunda Linoleik Asit (C18:2 n6) ve Oleik Asit (C18:1n9) seviyelerinde artış olmuştur. Çalışmamızla benzer şekilde Dernekbaşı yaptığı çalışmada kanola yağı içeren yemle yapılan besleme sonunda gökkuşacağı alabalığı karaciğerinde linoleik asit (C18:2 n6) ve oleik asit (C18:1n9) seviyelerinin arttığı bildirmiştir [11]. Başka bir çalışmada da benzer şekilde, yapay diyetle beslenmeleri nedeniyle kültür gökkuşacağı alabalığı kasında linoleik asit (C18: 2n-6) ve oleik asit (18: 1n-9) yüksek miktarda gözlenmiştir [13]. Başka bir çalışmada da gökkuşacağı alabalığı yemine ilave edilen bitkisel yağlar palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0) ve linoleik asit (C18: 2n-6) seviyesinde artışa sebep olmuştur [14].

Araştırmada EPA miktarı 4.95 ile 3.27, DHA miktarı ise 30.96 – 25.83 arasında değişmektedir. Başka bir çalışmada da tatlı su ve denizde yaşayan gökkuşacağı alabalığının karaciğer EPA miktarı 6.16 - 2.45 DHA miktarı ise 25.9 - 24.9 arasında değiştiği rapor edilmiştir [15]. Gökkuşacağı alabalığının karaciğer EPA ve DHA düzeyleri, araştırmada kullanılan çörek otu yağı içeren diyetlerden önemli derecede etkilenmiş ve kontrol gurubu ile kıyaslandığında DHA ve EPA miktarlarının düşmesine sebep olmuştur. Çalışmamızla benzer şekilde başka çalışmalarda da yeme ilave edilen bazı yağ kaynakları DHA ve EPA miktarlarında düşüşe sebep olmuştur [16, 11]. Şener ve Yıldız [14] yaptıkları çalışmada balık yağı, soya yağı ve ayçiçeği yağının gökkuşacağı alabalığı karaciğer yağ asitleri üzerine etkilerini araştırmışlar. Bizim çalışmamızla benzer şekilde bitkisel yağ

kullanılan gruplarda DHA ve EPA miktarında düşüş gözlenmiştir.

Araştırmada balık karaciğerinin toplam SFA 19.28 ile 21.13; Toplam MUFA 24.13 ile 29.89 ve toplam PUFA 47.23 ile 52.23 arasında değişmektedir. Çalışmamızda elde edilen bu sonuçlar literatür ile de uyumludur.

Farklı bitkisel yağların (hindistan cevizi yağı, zeytin yağı, ayçiçeği yağı, keten tohumu yağı ve balık yağı) Labeo rohita'nın büyümesi ve yağ asit profili üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada toplam SFA 36.36 ile 40.33; toplam MUFA 29.85 ile 32.66 ve toplam PUFA ise 31.45 ile 28.97 arasında rapor edilmiştir [17].

Susam yağının gökkuşacağı alabalığı karaciğeri yağ asitleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada toplam SFA 18.96 ile 21.91; toplam MUFA 28.23 ile 40.73 ve toplam PUFA ise 36.55 ile 45.58 arasında rapor edilmiştir [18].

Bu çalışmada farklı oranlarda çörek otu yağı ilave edilmiş yemle beslenen gökkuşacağı alabalığının karaciğer yağ asidi profili incelenmiştir. Araştırma sonunda balık yemine ilave edilen çörek otu yağının gökkuşacağı alabalığının karaciğer yağ asitlerini önemli seviyede değiştirdiği tespit edilmiştir. Çörek otu yağı oleik asit, adrenik asit, linoleik asit ve miristik asit seviyelerinde artışa sebep olurken, palmitik asit, stearik asit, eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asit seviyelerinde ise azalmalara sebep olmuştur. Ayrıca balık yemine ilave edilen çörek otu yağının karaciğerin toplam SFA ve toplam PUFA miktarının azalmasına, toplam MUFA miktarının artmasına sebep olmuştur.

## Kaynaklar

- Öz M, (2016b). Nutrition and Gender Effect on Body Composition of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). JAVST 2016; 1(1): 20-25.
- Öz M, (2016a). Türkiye Su Ürünleri Üretiminde Gökkuşacağı Alabalığının Yeri. 4th International Kop Local Development Symposium, 21-23/10/2016 Karaman, Turkey.
- Keskin YE, Erdem M, (2005). Gökkuşacağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yetiştiriciliğinde Farklı Oranlarda Ekstrüde Yem Kullanımının Balıkların Gelişmesine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi. Cilt I, Sayı I, 49-57 (2005).
- Caballero MJ, Lopez-Calero G, Socorro J, Roo FJ, Izquierdo MS, Fernandez AJ, (1999). Combined effect of lipid level

- and fish meal quality on liver histology of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 179:277-290.
5. Öz M, Dikel S, Durmuş M, Özoğul Y, 2017. Effects of Black Cumin Oil (*Nigella sativa*) on Sensory, Chemical and Microbiological Properties of Rainbow Trout during 23 Days of Storage at  $2 \pm 1^\circ\text{C}$ . *Journal Of Aquatic Food Product Technology*, <http://dx.doi.org/10.1080/10498850.2016.1253631>.
  6. Erdem M, (2000). Balık Besleme ve Yem Teknolojisi Ders Notları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sinop Su Ürünleri Fakültesi, Sinop, 140 sayfa.
  7. Atta MB, (2003). Some characteristics of nigella (*Nigella sativa* L.) seed cultivated in Egypt and its lipid profile. *Food Chem*. 83: 63–68.
  8. Altınterim B, (2010). Çörek otu (*Nigella sativa*, L) Yağının Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 250 1792)'nın İmmün Sistemine Etkisinin Araştırılması. Doktora tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Sayfa 6–7. Elazığ.
  9. Bligh EG, Dyer WJ, (1959). "A Rapid Method of Total Lipid Ekstraktion and Purification, Can". *J. Biochem. Physiol.*, 37, 911-917.
  10. Ichibara K, Shibahara A, Yamamoto K, Nakayama T, (1996). "An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids". *Lipids* 31:535-539.
  11. Dernekbaşı S, (2012). Digestibility and liver fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed by graded levels of canola oil. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12 (1), 105-113.
  12. Görgün S, Akpınar MA, (2007). Liver and muscle fatty acid composition of mature and immature rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed two different diets. *Biologia*, 62 (3), 351-355.
  13. Öksüz A, (2000). Quality indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*): A comparative study, Ph.D. Thesis, University of Lincolnshire & Humberside.
  14. Şener E, Yıldız M, (2003). Effect of the different oil on growth performance and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) juveniles. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3(2).
  15. Haliloğlu Hİ, Bayır A, Sirkecioğlu AN, Aras NM, Atamanalp M, (2004). Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in sea water and fresh water. *Food Chemistry*, 86 (1), 55-59.
  16. Fonseca-Madruga LJ, Karalazos V, Campbell PJ, Bell JG, Tocher DR, (2005). Influence of dietary palm oil on growth, tissue fatty acid compositions, and fatty acid metabolism in liver and intestine in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 11(4), 241-250.
  17. Karanth, S, Sharma P, Pal AK, Venkateshwarlu G, (2009). Effect of different vegetable oils on growth and fatty acid profile of rohu (*Labeo rohita*, Hamilton); evaluation of a return fish oil diet to restore human cardio-protective fatty acids. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22(4), 565-575.
  18. Köse I, Yıldız M, (2013). Effect of diets containing sesame oil on growth and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Applied Ichthyology*, 29(6), 1318-1324.