



DOKTORA TEZİ

MURAT KERİM

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

**KARADENİZ ALABALIĞI (*Salmo trutta labrax*)
YEMİNDE KANOLA VE ASPİR YAĞI KULLANIMININ
BÜYÜME PERFORMANSI VE YAĞ ASİDİ
KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ**

**T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**KARADENİZ ALABALIĞI (*Salmo trutta labrax*) YEMİNDE KANOLA VE
ASPIR YAĞI KULLANIMININ BÜYÜME PERFORMANSI VE YAĞ ASİDİ
KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ**

MURAT KERİM

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. SERAP USTAOĞLU TIRIL

SİNOP – 2017

TEZ KABUL

Murat KERİM tarafından hazırlanan “**KARADENİZ ALABALIĞI (*Salmo trutta labrax*) YEMİNDE KANOLA VE ASPİR YAĞI KULLANIMININ BÜYÜME PERFORMANSI VE YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ**” başlıklı bu çalışma, **11.08.2017** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **DOKTORA tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan Prof. Dr. Serap USTAOĞLU TIRIL
Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

İmza

Üye Prof. Dr. İsmihan KARAYÜCEL
Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

İmza

Üye Prof. Dr. M. Emin Erdem
Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

İmza

Üye Doç. Dr. Nihat YEŞİLAYER
Gaziosmanpaşa Üniversitesi / Ziraat Fakültesi

İmza

Üye Yrd. Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi

İmza

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

..... / / 20...

Doç. Dr. Turgay KORKUT
Enstitü Müdürü

KARADENİZ ALABALIĞI (*Salmo trutta labrax*) YEMİNDE KANOLA VE ASPIR YAĞI KULLANIMININ BÜYÜME PERFORMANSI VE YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışmada, Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) yeminde balık yağı yerine aspir yağı ve kanola yağı kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisi incelenmiştir. Ortalama ağırlığı 30.22 ± 0.19 g olan 525 adet Karadeniz alabalığının kullanıldığı çalışma 90 gün sürmüştür. Denemede, % 100 balık yağı (BY), % 100 aspir yağı (AY), % 100 kanola yağı (KY), % 50-50 balık yağı-aspir yağı (BY-AY), % 50-50 balık yağı-kanola yağı (BY-KY), % 50-50 aspir yağı-kanola yağı (AY-KY) ve balık-aspir-kanola yağı (BY-AY-KY) içeren 7 farklı yem kullanılmıştır.

Deneme sonunda yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, spesifik büyüme oranı, oransal büyüme oranı, yem değerlendirme oranı, termal büyüme kat sayısı ve balık etindeki ham protein değeri bakımından gruplar arasında önemli fark olmadığı ($p > 0.05$), ancak net protein verimliliği, viserosomatik indeks, hepatosomatik indeks ve balık etindeki ham yağ değeri bakımından önemli fark olduğu ($p < 0.05$) tespit edilmiştir.

Balık etindeki en yüksek linoleik asit miktarı AY grubunda ($\% 36.32 \pm 0.01$), en yüksek linolenik ($\% 3.05 \pm 0.01$) ve oleik asit miktarı ($\% 48.57 \pm 0.02$) KY grubunda, en yüksek EPA ($\% 2.26 \pm 0.01$), DHA ($\% 7.10 \pm 0.03$) değerleri ise BY grubunda elde edilmiştir ($p < 0.05$). Ayrıca en yüksek Σ SFA miktarı ($\% 23.51 \pm 0.04$) BY-AY grubunda, en yüksek Σ MUFA miktarı ($\% 52.83 \pm 0.06$) KY grubunda, en yüksek Σ PUFA miktarı ($\% 41.82 \pm 0.03$) AY grubunda, en yüksek Σ omega-3 miktarı ($\% 11.39 \pm 0.08$) BY grubunda, en yüksek Σ omega-6 miktarı ($\% 38.48 \pm 0.03$) ise AY grubunda tespit edilmiş ve gruplar arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Sonuç olarak, Karadeniz alabalığı yeminde balık yağının tamamı ya da bir kısmı yerine aspir ve kanola yağı kullanımının büyüme performansı ve yem değerlendirme üzerine önemli bir etkisinin olmadığı, ancak yemlerdeki yağ asidi kompozisyonunun balık etine yansarak önemli değişikliklere neden olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karadeniz alabalığı, balık yağı, aspir yağı, kanola yağı, büyüme performansı, yağ asidi kompozisyonu

EFFECT OF USING CANOLA AND SAFFLOWER OILS IN BLACK SEA TROUT (*Salmo trutta labrax*) DIETS ON GROWTH PERFORMANCE AND FATTY ACID COMPOSITION

ABSTRACT

In this study, the effects of safflower and canola oils which were used instead of fish oil in Black Sea trout (*Salmo trutta labrax*) diets on growth performance and fatty acid composition were investigated. 525 Black Sea trouts were used with an average weight of 30.22 ± 0.19 g in this study which lasted 90 days. In this research, seven different diets containing 100% fish oil (BY), 100% safflower oil (AY), 100% canola oil (KY), 50-50% fish oil-safflower oil (BY-AY), 50-50% fish oil-canola oil (BY-KY), 50-50% safflower oil-canola oil (AY-KY) and fish oil-safflower oil- canola oil (BY-AY-KY) were used.

According to the statistical results in the end of the experiment, there is no significant difference between groups in terms of specific growth rate, relative growth rate, feed conversion ratio, thermal growth coefficient and crude protein in fish meat ($p>0.05$) but there is significant difference between groups in terms of net protein utilization, hepatosomatic index, viscerosomatic index and crude lipid in fish flesh ($p<0.05$).

In the fish flesh, the highest amount of linoleic acid was determined in group AY, the highest amounts of linolenic and oleic acids were found in group KY and the highest values of DHA and EPA acids were obtained in group BY. In addition, the highest amount of Σ SFA in group BY-AY, the highest amount of Σ MUFA in group KY, the highest amount of Σ PUFA in group AY, the highest amount of Σ omega-3 in group BY and the highest amount of Σ omega-6 in group AY were determined.

As a result, it was determined that the use of safflower and canola oils instead of whole or part of fish oil in Blacksea trout feed had no significant effect on growth performance and feed evaluation but fatty acid composition in feeds caused significant changes in fish meat.

Keywords: Black sea trout, fish oil, safflower oil, canola oil, growth performance, fatty acid composition

TEŞEKKÜR

Araştırmam boyunca yardım ve desteklerini esirgemeyen başta danışman hocam Prof. Dr. Serap USTAOĞLU TIRIL olmak üzere, Tez izleme komitesi üyeleri, Prof. Dr. İsmihan KARAYÜCEL ve Prof. Dr. M. Emin ERDEM'e teşekkür ederim.

Denemede kullanılan balıkların temininde yardımcı olan Eyüp ÇAKMAK'a ve Hakan BAKI'ye, Pınar Alabalık Üretim ve Dinlenme Tesisleri sahibi Sayın Alaattin ÇAVUŞOĞLU'na, balıkların nakliyesinde yardımcı olan Sayın Osman PARLAK'a, denemenin kurulumunda yardımlarını esirgemeyen Arş.Gör. Ayşah ÖZTEKİN'e, Biyolog Hasan Can ÖZTEKİN'e, Arş.Gör. Ayşe PARLAK AKYÜZ'e, Yüksek Su Ürünleri Mühendisi Mehmet BAHTİYAR'a, Doktora Öğrencisi Gökhan YILDIZ'a, Arş.Gör. Serpil YAVUZ KESKİN'e, Arş.Gör. İrfan KESKİN'e, deneme düzeneğinin hazırlanmasında yardımcı olan Su Ürünleri Mühendisi Enver OVALI'ya, kimyasal maddelerin temininde ve analizlerin yapımında yardımcı olan Laboratuvar Teknisyeni Zeynep BOZDOĞAN'a, yem hammaddelerinin temini için SİBAL Black Sea Feed A.Ş.'ye, aspir ve kanola yağlarının temini için TOKUL TARIM SAN. ve TİC. LTD. ŞTİ.'ye teşekkür ederim.

Bütün tez çalışmalarım boyunca manevi desteklerini esirgemeyen ve büyük destek olan sevgili hayat arkadaşım İrem ERMİŞ KERİM'e ve aileme teşekkür ederim.

Bu proje çalışması Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) kapsamında SÜF-1901.1506 proje numarası ile desteklenmiştir. Projenin desteklenmesinden ötürü Sinop Üniversitesi Rektörlüğüne ve katkısı bulunan herkese teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Kahverengi Alabalığın (<i>Salmo trutta</i>) Genel Özellikleri	5
2.1.1. Sistematikteki Yeri	5
2.1.2. Coğrafik Dağılımı	6
2.1.3. Biyolojisi ve Morfolojisi	7
2.1.4. Beslenme	8
2.1.5. Üreme	8
2.2. Ülkemizde Bulunan Kahverengi Alabalık (<i>Salmo trutta</i>) Türleri	9
2.2.1. <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858) (Dağ Alabalığı, Büyük Benekli Alabalık)	9
2.2.2. <i>Salmo trutta abanticus</i> (Tortonese, 1954) (Abant Alası, Abant Alabalığı)	10
2.2.3. <i>Salmo trutta caspius</i> (Kesler, 1877) (Kafkas Alası)	11
2.2.4. <i>Salmo trutta labrax</i> (Pallas, 1811) (Karadeniz Alabalığı, Deniz Alası)	11
2.3. Aspir (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) Hakkında Genel Bilgiler	13
2.3.1. Aspir'in Kullanım Alanları	14
2.3.2. Dünyada Aspir Üretimi	17
2.3.3. Türkiye'de Aspir Üretimi	18
2.4. Kanola (<i>Brassica napus</i>) Hakkında Genel Bilgiler	19
2.4.1. Kanolanın Kullanım Alanları	21

2.4.2. Dünyada Kanola Üretimi	24
2.4.3. Türkiye’de Kanola Üretimi	25
2.5. LİPİTLER	26
2.5.1. Yağ Asitleri	27
2.5.1.1. Doymuş Yağ Asitleri	31
2.5.1.2. Doymamış Yağ Asitleri	32
2.5.2. Balıklarda Yağ Asitleri	34
3. LİTERATÜR ÖZETİ	36
3.1. Tatlı Su Balıklarında Bitkisel Kaynaklı Yağların Kullanımı	37
3.2. Deniz Balıklarında Bitkisel Kaynaklı Yağların Kullanımı	45
3.3. Karadeniz Alabalığı İle İlgili Bazı Çalışmalar	49
4. MATERYAL VE YÖNTEM	53
4.1. Materyal	53
4.1.1. Araştırma Yeri ve Süresi	53
4.1.2. Tank Materyali	53
4.1.3. Balık Materyali	54
4.1.4. Deneme Yemleri	54
4.2. Yöntem	58
4.2.1. Araştırma Düzeni	58
4.2.2. Deneme Yemlerinin Hazırlanması	58
4.2.3. Deneme Balıklarının Yemlenmesi	59
4.2.4. Balıkların Tartılması	59
4.2.5. Balıkların Büyüme Performansının Belirlenmesi	59
4.2.5.1. Canlı Ağırlık Artışı (CAA) ve Yaşama Oranı (YO)	59
4.2.5.2. Spesifik Büyüme Oranı (SBO)	60
4.2.5.3. Oransal Büyüme Oranı (OBO)	60
4.2.5.4. Termal Büyüme Katsayısı (TBK)	60
4.2.5.5. Yem Değerlendirme Oranı (YDO) ve Yem Etkinlik Değeri (YED)	61
4.2.5.6. Protein Etkinlik Oranı (PEO)	61

4.2.5.7. Protein Tüketimi (PT)	61
4.2.5.8. Net Protein Verimliliği (NPV)	62
4.2.5.9. Viserosomatik İndeks (VSI)	62
4.2.5.10. Yağ Depo Oranı (YaDO)	62
4.2.5.11. Hepatosomatik İndeks (HSI)	63
4.2.5.12. Karkas Verimi (KV)	63
4.2.5.13. Kodisyon Faktörü (KF)	63
4.2.6. Kimyasal Analizler	63
4.2.6.1. Kuru Madde Analizi	64
4.2.6.2. Ham Kül Analizi	64
4.2.6.3. Ham Yağ Analizi	64
4.2.6.4. Ham Protein Analizi	65
4.2.6.5. Yağ Asitleri Analizi	65
4.2.6.6. Aminoasit Analizi	65
4.2.7. İstatiksel Analizler	65
5. BULGULAR	66
5.1. Su Parametrelerine İlişkin Bulgular	66
5.2. Büyüme Performansı ve Yaşama Oranına İlişkin Bulgular	66
5.3. Yem Değerlendirme Oranı ve Yem Etkinlik Değerine İlişkin Bulgular	69
5.4. Protein Tüketimi, Protein Etkinlik Oranı, Net Protein Verimliliği ve Yağ Depo Oranına İlişkin Bulgular	70
5.5. Hepatosomatik İndeks, Viserosomatik İndeks, Karkas Verimi ve Kondisyon Faktörüne İlişkin Bulgular	72
5.6. Balık Etinin Besin Maddesi Kompozisyonuna İlişkin Bulgular	75
5.7. Yağ Asitleri Kompozisyonuna İlişkin Bulgular	76
5.7.1. Denemede Kullanılan Yağ Kaynaklarının Yağ asidi Kompozisyonuna İlişkin Bulgular	76
5.7.2. Toplam Doymuş Yağ Asitleri (SFA) Değerlerine İlişkin Bulgular	78
5.7.2.1. Deneme Yemlerindeki Toplam SFA Değerlerine İlişkin Bulgular	78
5.7.2.2. Deneme Balıklarındaki Toplam SFA Değerlerine İlişkin Bulgular	81

5.7.3. Toplam Tekli Doymamış Yağ Asitlerine (MUFA) İlişkin Bulgular	85
5.7.3.1. Deneme Yemlerindeki Toplam MUFA Değerlerine İlişkin Bulgular	85
5.7.3.2. Deneme Balıklarındaki Toplam MUFA Değerlerine İlişkin Bulgular	88
5.7.4. Toplam Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (PUFA) Değerlerine İlişkin Bulgular	91
5.7.4.1. Deneme Yemlerindeki Toplam PUFA Değerlerine İlişkin Bulgular	91
5.7.4.2. Deneme Balıklarındaki Toplam PUFA Değerlerine İlişkin Bulgular	95
5.7.5. Toplam Yağ Asidi Değerlerine İlişkin Bulgular	98
5.7.5.1. Deneme Yemlerindeki Toplam Yağ Asidi Değerlerine İlişkin Bulgular	98
5.7.5.2. Deneme Balıklarındaki Toplam Yağ Asidi Değerlerine İlişkin Bulgular	101
6. TARTIŞMA	104
6.1. Büyüme Değerlerine İlişkin Tartışma	105
6.2. Yem Değerlendirme Oranı ve Yem Etkinlik Değerlerine İlişkin Tartışma	108
6.3. Protein Etkinlik Oranı ve Net Protein Verimliliği Değerlerine İlişkin Tartışma	109
6.4. Viserosomatik İndeks, Hepatosomatik İndeks, Kondisyon Faktörü Değerlerine İlişkin Tartışma	110
6.5. Balık Etinin Besin Kompozisyonu Değerlerine İlişkin Tartışma	112
6.6. Yağ Asidi Kompozisyonu Değerlerine İlişkin Tartışma	113
6.6.1. Deneme Yemlerinin Yağ Asidi Kompozisyonu Değerlerine İlişkin Tartışma	113
6.6.2. Balık Etindeki Yağ Asidi Kompozisyonu Değerlerine İlişkin Tartışma	116
6.6.2.1. Balık Etindeki Doymuş Yağ Asitleri Değerlerine İlişkin Tartışma	116
6.6.2.2. Balık Etinde Tekli Doymamış Yağ Asitleri Değerlerine İlişkin Tartışma	117
6.6.2.3. Balık Etindeki Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (ω -6 PUFA) Değerlerine İlişkin Tartışma	118
6.6.2.4. Balık Etindeki Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (ω -3 PUFA) Değerlerine İlişkin Tartışma	120

7. SONUÇ VE ÖNERİLER	124
8. KAYNAKLAR	126
ÖZGEÇMİŞ	139



SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ

SEMBOLLER

C14:0	:	Miristik asit
C14:1	:	Miristoleik asit
C15:0	:	Pentadesanoik asit
C16:0	:	Palmitik asit
C16:1	:	Palmitoleik asit
C17:0	:	Heptadesanoik asit
C18:0	:	Stearik asit
C18:1 ω -9c	:	Oleik asit
C18:1 ω -9t	:	Elaidik asit
C18:2 ω -6c	:	Linoleik asit
C18:2 ω -6t	:	Linolelaidik asit
C18:3 ω -3	:	α -Linolenik asit
C18:3 ω -6	:	γ -Linolenik asit
C20:0	:	Araşidik asit
C20:1	:	Gondoik asit
C20:2	:	Eikosadienoik asit
C20:3 ω -3	:	cis-11,14,17 Eikosatrienoik Asit
C20:3 ω -6	:	cis-8,11,14 Eikosatrienoik Asit
C20:4 ω -6	:	Araşidonik asit
C20:5 ω -3	:	Eikosapentaenoik asit (EPA)
C21:0	:	Henikosanoik asit
C22:0	:	Behenik asit
C22:1 ω -9	:	Erusik asit
C22:2	:	Dokosadienoik asit
C22:5 ω -3	:	Dekosapentaenoik asit
C22:6 ω -3	:	Dokosahekzaenoik asit (DHA)
C24:0	:	Lignoserik asit
C24:1	:	Nervonik asit

ω	:	Omega
Σ	:	Toplam
α	:	Alfa
γ	:	Gamma



KISALTMALAR

ARA	:	Araşidonik asit
DHA	:	Dokosahekzaenoik asit
EPA	:	Eikosapentaenoik asit
FCR	:	Feed Conversion Ratio (Yem Değerlendirme Oranı)
MUFA	:	Tekli Doymamış Yağ Asitleri
PUFA	:	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
SFA	:	Doymuş Yağ Asitleri
HP	:	Ham Protein
HY	:	Ham Yağ
HK	:	Ham Kül
HS	:	Ham Selüloz
NÖM	:	Nitrojensiz Öz Madde
SBO	:	Spesifik Büyüme Oranı
OBO	:	Oransal Büyüme Oranı
TBK	:	Termal Büyüme Katsayısı
YDO	:	Yem Değerlendirme Oranı
YED	:	Yem Etkinlik Değeri
PEO	:	Protein Etkinlik Oranı
PT	:	Protein Tüketimi
NPV	:	Net Protein Verimliliği
YaDO	:	Yağ Depo Oranı
VSI	:	Viserosomatik İndeks
HSI	:	Hepatosomatik İndeks
KV	:	Karkas Verimi
KF	:	Kondisyon Faktörü

ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER LİSTESİ

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Dünyadaki su ürünleri üretimi (milyon ton)	1
Şekil 1.2. Türkiye’de ki su ürünleri üretimi (bin ton)	2
Şekil 2.1. Kahverengi alabalıkların dağılımı (McIntos ve ark., 2011)	6
Şekil 2.2. <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dağ Alabalığı, Büyük Benekli Alabalık)	10
Şekil 2.3. <i>Salmo trutta abanticus</i> (Abant Alası, Abant Alabalığı)	10
Şekil 2.4. <i>Salmo trutta caspius</i> (Kafkas Alabalığı)	11
Şekil 2.5. Karadeniz Alabalığı (<i>Salmo trutta labrax</i> Pallas, 1811)	12
Şekil 2.6. Aspir bitkisi (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) ve tohumu	13
Şekil 2.7. Aspiden elde edilen boya ile boyanmış iplikler	14
Şekil 2.8. Ülkemizde baharat olarak satılan aspir	15
Şekil 2.9. Dünyada aspir yağı üretiminin yıllara göre değişimi	16
Şekil 2.10. Dünyada aspirin ekim alanı (ha) ve üretim miktarı (ton)	17
Şekil 2.11. Türkiye’de aspir üretimi (ton) ve ekilen alan (da)	19
Şekil 2.12. Kanola bitkisi (<i>Brassica napus</i>) ve tohumu	20
Şekil 2.13. Dünyada kanola yağı üretiminin yıllara göre değişimi	22
Şekil 2.14. Türkiye’de kanola yağı üretiminin yıllara göre değişimi	23
Şekil 2.15. Dünya’da üretilen kanola miktarı ve ekim alanı	24
Şekil 2.16. Türkiye’deki kanola üretim miktarı (ton) ve ekim alanı (da)	25
Şekil 2.17. Lipitlerin sınıflandırılması	27
Şekil 2.18. Bir yağ asidinin kimyasal yapısı ve kapalı formülle gösterimi (Bütirik asit)	27
Şekil 2.19. Doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerinin kimyasal yapısı	28
Şekil 2.20. Yağ asitlerinde cis ve trans formun kimyasal yapıda gösterimi	29
Şekil 2.21. Linoleik asit ve α -linoleik asitlerinin zincir uzaması (elongasyon) ve karbon sayısı artırımı (desaturasyon)	35

Şekil 4.1. Denemede kullanılan tanklar ve deneme düzeneği	53
Şekil 4.2. Denemede kullanılan Karadeniz alabalığı	54
Şekil 4.3. Deneme kullanılan yemler	58
Şekil 5.1. Deneme başı ve sonu ortalama ağırlıklar (g)	67
Şekil 5.2. Gruplardaki OBO (a), SBO (b) ve TBK (c) değerleri	68
Şekil 5.3. Deneme gruplarında elde edilen YDO (a) ve YED (b) değerleri	70
Şekil 5.4. Deneme gruplarında elde edilen protein etkinlik oranı (PEO) (a), net protein verimliliği (NPV, %) (b) ve yağ depo oranı (YaDO, %) (c)	72
Şekil 5.5. Deneme başında ve sonunda elde edilen VSİ (a), HSİ (b), KV (c) ve KF (d) değerleri.	74
Şekil 5.6. Deneme yemlerinde miristik asit (a), palmitik asit (b) ve stearik asit (c) miktarları (%)	80
Şekil 5.7. Deneme yemlerinde toplam SFA değerleri (%)	81
Şekil 5.8. Deneme başında ve sonunda miristik asit (a), palmitik asit (b) ve stearik asit (c) değerleri (%)	84
Şekil 5.9. Deneme başı ve sonu balık etindeki toplam SFA miktarları (%)	84
Şekil 5.10. Deneme yemlerinde toplam MUFA miktarları (%)	87
Şekil 5.11. Deneme yemlerinde palmitoleik asit (a) ve oleik asit (b) değerleri (%)	87
Şekil 5.12. Deneme başı ve sonu balık etinde palmitoleik asit (a), oleik asit (b) ve eikosenoik asit (c) miktarları (%)	90
Şekil 5.13. Deneme başı ve sonu balık etinde toplam MUFA miktarları (%)	91
Şekil 5.14. Deneme yemlerinde toplam PUFA miktarları (%)	93
Şekil 5.15. Deneme yemlerinde linoleik asit (a), EPA (b) ve DHA (c) miktarları (%)	94
Şekil 5.16. Deneme başı ve sonu balık etinde linoleik asit (a), DHA (b) ve EPA (c) miktarları (%)	97
Şekil 5.17. Deneme başı ve sonu balık etinde toplam PUFA miktarları (%)	98
Şekil 5.18. Deneme yemlerinde toplam yağ asitleri (%)	100
Şekil 5.19. Deneme yemlerinde omega serisi yağ asitleri miktarları (%)	100
Şekil 5.20. Deneme başı ve sonu balık etinde toplam yağ asitleri değeri (%)	101
Şekil 5.21. Deneme başı ve sonu balık etinde omega serisi yağ asitleri miktarları (%)	103

ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa No
Çizelge 2.1. Türkiye'deki aspir çeşitleri ve bazı özellikleri	18
Çizelge 2.2. Bazı bitkisel yağların yağ asitleri değerleri	21
Çizelge 2.3. Bazı yağ asitlerinin sistematik ve yaygın isimlendirilmeleri, kısa gösterimi ve besin kaynakları	30
Çizelge 2.4. Bazı doymamış yağ asitlerinin omega grupları	32
Çizelge 4.1. Yem hammaddelerinin besin maddesi kompozisyonu	55
Çizelge 4.2. Deneme yemlerinin formülasyonu	55
Çizelge 4.3. Deneme yemlerinin besin maddesi kompozisyonu	56
Çizelge 4.4. Deneme yemlerinin aminoasit kompozisyonu (g/100g)	57
Çizelge 5.1. Deneme süresince belirlenen su sıcaklığı (°C), pH ve çözünmüş oksijen (mg/l) değerleri	66
Çizelge 5.2. Gruplarda deneme başı, deneme sonu ortalama canlı ağırlıklar (g), CAA (g) ve YO (%) değerleri	67
Çizelge 5.3. Deneme gruplarında elde edilen OBO (%), SBO (%) ve TBK (%) değerleri	67
Çizelge 5.4. Deneme gruplarında elde edilen toplam yem tüketimi (TYT, g), yem değerlendirme oranı (YDO), yem etkinlik değeri (YED)	69
Çizelge 5.5. Deneme gruplarında elde edilen protein tüketimi (PT), protein etkinlik oranı (PEO), net protein verimliliği (NPV) ve yağ depo oranı (YaDO) değerleri	71
Çizelge 5.6. Gruplardan elde edilen viserosomatik indeks (VSI, %), hepatosomatik indeks (HSI, %), karkas verimi (KV, %) ve kondisyon faktörü (KF)	73
Çizelge 5.7. Deneme başı ve sonu balık eti besin madde kompozisyonu (yaş madde)	75
Çizelge 5.8. Deneme yemlerinde kullanılan yağ kaynaklarının yağ asidi değerleri (%)	77
Çizelge 5.9. Deneme yemlerinde toplam doymuş yağ asitleri (SFA) değerleri	79
Çizelge 5.10. Deneme başı ve sonu balık etinde toplam SFA miktarları (%)	82
Çizelge 5.11. Deneme yemlerindeki toplam MUFA miktarları (%)	86

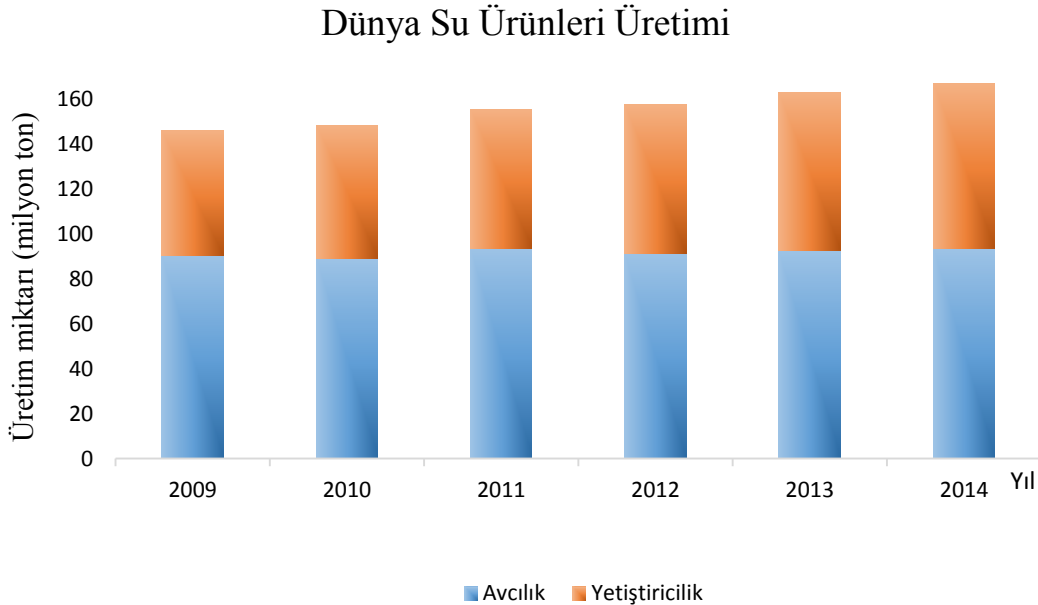
Çizelge 5.12. Deneme başı ve sonu balık etindeki toplam MUFA değerleri (%)	89
Çizelge 5.13. Deneme yemlerine ait toplam PUFA miktarları (%)	92
Çizelge 5.14. Deneme başı ve sonu balık etindeki toplam PUFA miktarı (%)	96
Çizelge 5.15. Deneme yemlerinde toplam yağ asitleri (%)	99
Çizelge 5.16. Deneme başı ve sonu balık etinde toplam yağ asitleri miktarları (%)	102



1. GİRİŞ

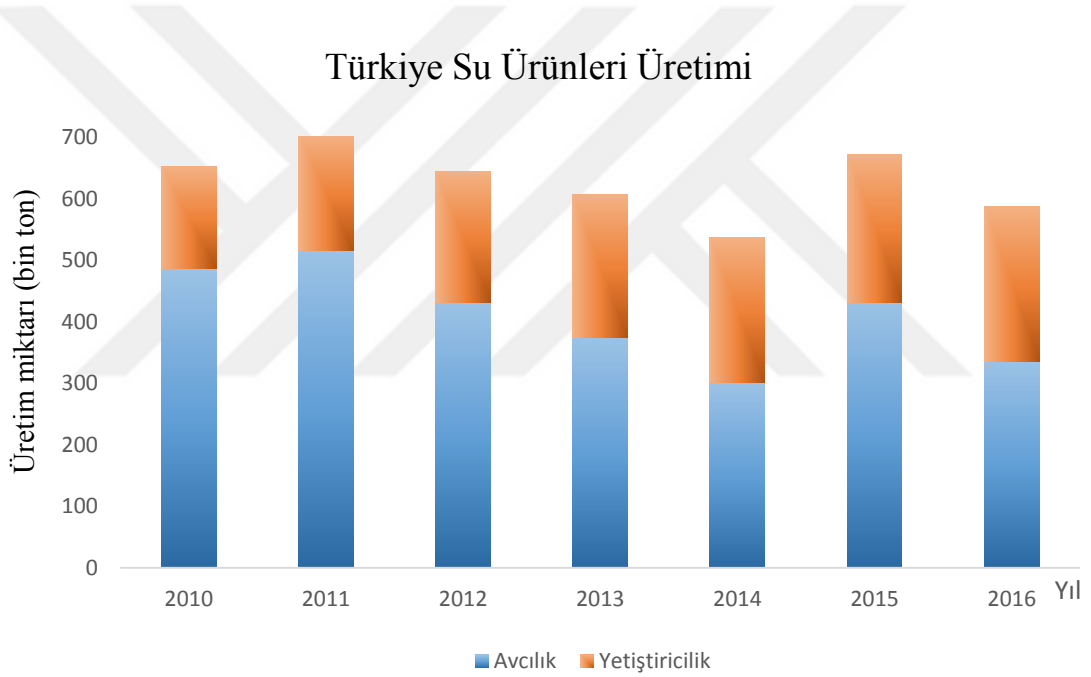
Dünyada artan nüfus ile birlikte gıdaya olan talep de artmaktadır. Su ürünleri, insanlar için sağlıklı ve nispeten ucuz besin kaynağı olduğundan tercih edilen gıdaların başında gelmektedir. Azalan doğal stoklar ve uygun olmayan avcılık politikalarından dolayı avcılık yoluyla elde edilen su ürünleri üretimi maksimum miktarına ulaştığından, artan su ürünleri talebine yetiştiricilik yoluyla üretilen ürünlerle karşılık verilmeye çalışılmaktadır (Bostock ve ark., 2010).

FAO verilerine göre 2014 yılında su ürünleri üretimi yaklaşık 167.3 milyon tondur. Üretimin yaklaşık 93.5 milyon tonu avcılık yoluyla, 73.8 milyon tonu ise yetiştiricilik yoluyla gerçekleştirilmiştir (Şekil 1.1). Avcılıkla elde edilen üretimin yaklaşık 81.6 milyon tonu denizlerde yapılan avcılık, 11.9 milyon tonu ise iç sularda yapılan avcılık yoluyla elde edilmiştir. Yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretim miktarının yaklaşık 47.1 milyon tonu iç sularda, 26.7 milyon tonu ise denizlerde yapılan yetiştiricilikten elde edilmiştir. Toplam su ürünleri üretiminin yaklaşık 146.3 milyon tonu insan gıdası olarak, 20.9 milyon tonu ise gıda dışında (balık unu-yağı üretimi) kullanılmıştır. Dünya çapında kişi başına yıllık su ürünleri tüketim miktarı 20.1 kg'dır. Çin 58.8 milyon tonluk yetiştiricilik üretimi ile dünyada ilk sırada yer almaktadır. Çin'i sırasıyla 14.3 milyon tonluk üretimi ile Endonezya, 4.9 milyon ton ile Hindistan, 3.4 milyon ton ile Vietnam ve 2.3 milyon tonluk üretimi ile Filipinler takip etmektedir (FAO, 2016).



Şekil 1.1. Dünyadaki su ürünleri üretimi (milyon ton)

Ülkemizde ise TÜİK verilerine göre 2016 yılında su ürünleri üretimi 588.715 tondur. Bu üretimin 335.320 tonu avcılık yoluyla, 253.395 tonu ise yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir (Şekil 1.2). Yetiştiricilik üretiminin 101.601 tonu iç sularda, 151.794 tonu ise denizlerde yapılan yetiştiricilikten elde edilmiştir. Ülkemizde yetiştiriciliği en çok yapılan türler, 104.355 ton ile alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) (deniz ve iç su dahil), 80.847 ton ile levrek (*Dicentrarchus labrax*), 58.254 ton ile çipura (*Sparus aurata*) şeklinde sıralanmaktadır (TÜİK, 2017a). Toplam su ürünleri üretiminin yaklaşık 478 bin tonu insan gıdası olarak, 176 bin tonu ise gıda dışında (balık unu-yağı üretimi) kullanılmıştır. İhraç edilen su ürünleri miktarı yaklaşık 121 bin ton, ithal edilen miktarı ise 111 bin tondur. Ülkemizde kişi başına yıllık su ürünleri tüketim miktarı ise 6.1 kg'dır (TÜİK, 2017b).



Şekil 1.2. Türkiye'deki su ürünleri üretimi (bin ton)

Günümüzde insanların proteince zengin olan gıda tüketim alışkanlıklarının artması su ürünleri tüketiminin de artmasına neden olmuştur. Su ürünlerine olan talebin artması ise yetiştiricilik sektörünün gelişmesine ve üretim potansiyelinin artmasına sebep olmuştur. Su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe, özellikle balık yetiştiriciliğinde verimliliği ve maliyeti etkileyen en önemli unsur yemdir. Balık yetiştiriciliğinde işletme giderlerinin % 50-70'ini yem oluşturmaktadır. Balık yemleri, balık türü ve büyüklüğüne bağlı olarak farklı oranlarda protein ve yağ içermektedir (Aybal, 2007). Su ürünleri yetiştiriciliği sektörünün gelişmesi ve üretimin artması, balık yemine dolayısıyla ana

hammadeler olan balık unu ve yağına talebi artırmıştır. Balık unu ve yağının üretimi doğal stoklara bağlı olduğundan yıllık üretim miktarı da doğal stoklarla ve av miktarıyla sınırlıdır. 2015 yılında, dünyada yaklaşık 856 bin ton balık yağı üretilmiştir. Şili 107 bin tonluk balık yağı üretim ile ilk sırada yer almaktadır. Şili'yi sırasıyla Peru (94 bin ton), ABD (83 bin ton), Japonya (60 bin ton) ve Danimarka (55 bin ton) takip etmektedir. Balık yağı üretiminin % 73'ü su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe (625 bin ton), % 21'i insan gıdası üretiminde (180 bin ton), % 6'sı ise diğer alanlarda (hayvan yemi vb.) (51 bin ton) kullanılmıştır (Seafish, 2016).

Balık yetiştiricileri, en kısa sürede, en az maliyetle sağlıklı ve maksimum ürün elde etmek amacındadır. Bu nedenle son yıllarda, daha kısa sürede hızlı büyüme sağlamak için balık yemlerinde yüksek oranda yağ kullanılmaktadır. Yemlerde yüksek oranda yağ kullanılmasındaki hedef, balık için gerekli enerjinin yağdan karşılanmasını ve böylece yemdeki proteinin daha çok büyüme ve diğer fizyolojik ihtiyaçlar için kullanımının sağlanmasıdır (Sargent ve ark., 2002). Yemde kullanılan balık yağı oranının artması yem maliyetinin de artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle balık yağına alternatif olabilecek daha ucuz yağ kaynaklarının bulunması gerekliliği doğmuştur (Izquierdo ve ark. 2003). Balık yağına alternatif olabilecek en uygun yağ kaynakları olarak bitkisel yağlar gösterilmektedir. Bitkisel yağların kolay temin edilebilir olması ve balık yağına göre daha ucuz olması bu yağ kaynaklarının alternatif yağ kaynağı olarak görülmesini sağlamıştır. Bazı araştırmalar sonucunda bitkisel yağ kaynaklarından soya, keten tohumu, kanola, ayçiçeği, zeytin, aspir, palm ve mısır yağlarının balık yemlerinde alternatif yağ kaynağı olarak kullanılabileceği ortaya çıkmıştır (Arzel ve ark., 1994; Bell ve ark., 2002; Francis ve ark., 2007a; Blanchard ve ark., 2008).

Balık yağı, balıkların normal büyümesi, gelişimi ve üremesi için gerekli olan omega-3 serisi esansiyel yağ asitlerinin temel kaynağıdır. Bu yüzden balık yağı, balık yemindeki ana yağ kaynağıdır. Balıklar, vücutlarında yüksek oranda bulunan EPA ve DHA yağ asitlerini sentezleyemedikleri için EPA ve DHA yağ asitlerinin yemle birlikte alınması gereklidir (Sargent ve ark., 2002). Balık türlerinin esansiyel yağ asitleri ihtiyaçları farklılık göstermektedir. Soğuk su balıkları omega-3 serisi yağ asitlerine, ılık su balıkları omega-6 serisi yağ asitlerine, sıcak su balıkları ise hem omega-3 hem de omega-6 serisi yağ asitlerine ihtiyaç duyarlar (Tocher, 2010). Bitkisel yağlar linoleik ve linolenik asit gibi 18 karbonlu çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengindir. Tatlı su balıklarının birçoğu linoleik ve linolenik asidi, EPA, DHA ve ARA yağ asitlerine

dönüştürme yeteneğindedirler. Alabalık ve salmon yemlerinde, balık yağı yerine bitkisel yağların kullanımı üzerine yapılan birçok çalışmada, bitkisel yağların büyüme performansı ve vücut kompozisyonu üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı ve bitkisel yağların balık yağına alternatif olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Arzel ve ark., 1994; Torstensen ve ark., 2000; Caballero ve ark., 2002; Bell ve ark., 2003; Turchini ve ark., 2003; Huang ve ark., 2008; Kenari ve ark., 2011; Twibell ve ark., 2012; Hixson ve ark., 2017).

Alternatif tür olarak son yıllarda önem kazanan Kahverengi alabalık (*Salmo trutta*), ülkemizde doğal olarak bulunan tek alabalık türü olup hemen hemen her akarsuda (Doğu Anadolu'nun yüksek kesimlerinde, Toros Sıradağları'ndan doğan akarsularda, Fırat Nehri'nin yukarı kısımlarında, Batı Anadolu'da ve Karadeniz kıyısı boyunca) dağılım göstermektedir (Çakmak ve ark., 2004). Kahverengi alabalığın ticari yetiştiriciliği Avrupa ülkelerinde yaygın olarak yapılmakta olup özellikle son 40 yıldır balıklandırma faaliyetlerinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Kahverengi alabalığın ülkemiz sularında 5 farklı ekotipinin bulunduğu çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmiş olup bunlar; Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*), dere alabalığı (*Salmo trutta fario*), göl alabalığı (*Salmo trutta lacustris*), Anadolu alabalığı (*Salmo trutta macrostigma*) ve Aras alabalığı (*Salmo trutta caspius*)'dır (Kocabaş, 2009). Kahverengi alabalık yetiştiriciliği ülkemizde günümüze kadar Gökkuşluğu alabalığı yetiştiriciliği ile rekabet edememiş olsa da alternatif türlere olan ilgi nedeniyle son yıllarda önem kazanmıştır (Çakmak ve ark., 2009).

Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*)'nın, et kalitesinin oldukça iyi olması, lezzetli olması, pazar değerinin yüksek olması ve tüketici tarafından tercih edilen bir tür olması gibi nedenlerle yetiştiricilik sektöründe alternatif tür olarak ele alınmış ve kültüre alınması için çeşitli çalışmalar yürütülmüştür (Çakmak ve ark., 2004; Başçınar ve ark., 2008; Kocabaş, 2009; Baki, 2012; Firidin ve ark., 2012).

Bu çalışmada, ülkemizde tarımı giderek yaygınlaşan ve teşvik edilen aspir ve dünya çapında yaygın kullanım alanı olan kanola bitkilerinden elde edilen aspir ve kanola yağlarının, Karadeniz alabalığı yeminde balık yağının tamamı ya da bir kısmı yerine kullanımının, büyüme performansı, yem değerlendirme ve etteki yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kahverengi Alabalığın (*Salmo trutta*) Genel Özellikleri

2.1.1. Sistematikteki Yeri

Regnum	: Animalia
Phylum	: Chordata
Subphylum	: Vertabrata
Superclass	: Osteichthyes
Class	: Actinopterygii
Order	: Salmoniformes
Family	: Salmonidae
Genus	: Salmo
Species	: <i>Salmo trutta</i> (Linnaeus, 1758)
Subspecies	: <i>Salmo trutta macrostigma</i> (Dumeril, 1858) <i>Salmo trutta abanticus</i> (Tortonese, 1954) <i>Salmo trutta labrax</i> (Pallas, 1811) <i>Salmo trutta caspius</i> (Kesler, 1877)

Kahverengi alabalıklarının (*Salmo trutta*), farklı fenotiplerinin olması yıllardır tartışmalara, yeni tür ve alt tür isimlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Kocabaş, 2009). Aynı popülasyonun bireyleri arasında dahi renk ve desen yönünden farklılık görülebilmektedir. Bu farklılığın nedeni bu türün bireylerinin cinsiyete, yaşa, tükettiği besine ve yaşadığı ortama göre büyük değişiklikler göstermesidir (Geldiay ve Balık, 2007). Kahverengi alabalıkların (*Salmo trutta*), sistematik olarak sınıflandırılması oldukça zor ve karmaşıktır (Kocabaş, 2009). Bilim adamlarının, *Salmo trutta* 'nın bazı alt türlerinin *Salmo* cinsinin bir türü olarak kabul edilip edilmeyeceği konusundaki görüş ayrılığından dolayı, *Salmo* cinsinin sistematikteki yeri tam olarak belirlenememiştir (Bernatchez, 2001). Bu tartışmalara rağmen dünyada geçerli olan görüş *Salmo trutta* 'nın tek bir tür olduğu görüşüdür (Baglinière ve Maisse, 1999).

Ülkemiz sularında doğal olarak bulunan alabalıkların tümü *Salmo* cinsinden olup, bu cins 2 tür ve 4 coğrafik ırka ayrılmaktadır. Bu coğrafik ırkların bazıları ayrı ırk kabul edildikleri halde, bazı sularda her iki ırka ait bireylerin bir arada görülme olasılığı

olduğundan ülkemizdeki alabalıkların alt tür seviyesindeki taksonomik durumları henüz netlik kazanmamıştır (Geldiay ve Balık, 2007). Ülkemizde bulunan alt türler; Dağ alabalığı veya büyük benekli alabalık (*Salmo trutta macrostigma*), Abant alabalığı (*Salmo trutta abanticus*), Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*), Kafkas alabalığı (*Salmo trutta caspius*)'dır (Bat ve ark., 2008).

2.1.2. Coğrafi Dağılımı

Kahverengi alabalık (*Salmo trutta*), Palearktik bölgede (Avrupa, Asya ve Kuzey Afrika'yı içine alan bölge) en çok dağılım gösteren yerel tatlı su balığıdır. Kahverengi alabalıkların doğal yayılım alanı, Kuzey Norveç'ten, Kuzey-Doğu Rusya'ya, güneyde ise Kuzey Afrika'nın Atlas Dağlarına kadar uzanmaktadır. Batıdan doğuya dağılımı ise İzlanda'dan, Afganistan'daki Aral Denizi'ne dökülen akarsulara kadar uzanmaktadır (Şekil 2.1) (Bernatchez, 2001). Kahverengi alabalıkların, büyük bir kısmı anadromdur. Çoğunlukla tatlı sularda dağılım göstermelerine rağmen bir kısmı hayatlarının belirli dönemlerinde denize göç etmektedirler. Anadrom olmayan formları ise tüm yaşamları boyunca tatlı sularda yaşarlar (Kocabaş, 2009).



Şekil 2.1. Kahverengi alabalıkların dağılımı (McIntosh ve ark., 2011)

Anadrom deniz alabalığı stokları, Beyaz Deniz ve Cheshkaya Körfezini besleyen sularda, Baltık Denizi, Kuzey Denizi, İrlanda Denizi, Manş Denizi, Biskay Körfezi, Karadeniz, Hazar Denizi ve Aral Denizi'nde bulunmaktadır (Baglinière ve Maisse, 1999).

2.1.3. Biyolojisi ve Morfolojisi

Kahverengi alabalıklar, hızlı akan sulardan, göllere ve denizlere kadar çok farklı ortamlarda yaşarlar. Hızlı akan sularda bulunan türlerin kuyruk yüzgeçleri çatallı, durgun sularda yaşayan türlerinki ise daha düzdür. Baş, vücuda oranla daha büyüktür (Kocabaş, 2009). Balığın cinsiyeti ve yaşama ortamına göre vücudunun büyüklüğü ve şekli farklılık göstermektedir (Teufel ve ark., 2002). Genel olarak aynı yaştaki bireylerden dişi bireyler, erkek bireylere göre daha büyüktür. Erkek bireylerin rengi ise dişilere göre daha koyudur (Kocabaş, 2009).

Kahverengi alabalıklar, torpil şeklinde olup yanlardan hafif yassılaştırmıştır. Vücutları sikloid pullarla örtülmüştür. Vücutlarında lateral çizgi boyunca 115-135 arasında pul bulunur. Ağızları terminal konumludur. Çeneleri dışında dil, Vomer ve Palatin kemikleri üzerinde dişler bulunur. Kuyruk yüzgeçleri iki çatallıdır (Geldiay ve Balık, 2007). Sırt yüzgecinde 3-4 sert ışın, 10-15 yumuşak ışın, anal yüzgeçte 3-4 sert ışın, 9-14 yumuşak ışın bulunur. Omur sayısı 57-59 arasındadır (Anonim 2016a).

Kahverengi alabalıklar, vücutlarının kahverengi veya kızıl kahverengi olmasından dolayı bu ismi alırlar. Yan tarafları gümüşü ya da sarı renkte, karın bölgesi ise beyaz veya sarı renkte olur. Vücut yüzeyinde, etrafında solgun hale olan siyah benekler bulunur. Baş kısmında ve yüzgeçlerde ise siyah benek bulunmayabilir. Bazen siyah benekler baştan kuyruk yüzgecine kadar yayılır. Kırmızı benekler vücutlarının her iki yanında bulunur. Bazı türlerde ise kırmızı benek ya hiç yoktur ya da az bulunur. Kahverengi alabalıkların vücut rengi bulundukları çevreye göre farklılık gösterebilir. Anadrom türlerde denizde kalma sürelerine göre vücut rengi gümüşü bir renk alabilir. Bu türlerde benekler de daha az görülür. Salmonidlerde karakteristik olan adipoz yüzgeci kahverengi alabalıklarda kırmızımsı bir renk tonunda olabilir (Teufel ve ark., 2002). Adipoz yüzgeci bazı türlerde tamamen kırmızı, bazı türlerde yüzgecin sadece ucunda kırmızı bir çizgi, bazı türlerde ise yüzgeçte birden fazla kırmızı benek bulunabilir. Dorsal yüzgeçte çok sayıda siyah ve kırmızı benek bulunur. Solungaç kapağında, birden fazla küçük siyah benek bulunabileceği gibi tek bir büyük siyah benek de bulunabilir. Bu benekler ekotip için karakteristiktir (Mezzera ve ark., 1997; Aparicio ve ark., 2005).

2.1.4. Beslenme

Besin keselerini tüketen kahverengi alabalık larvaları oldukça saldırgandır ve hemen kendi bölgelerini oluştururlar. Larvalar, yetişkin alabalıkların olmadığı yavaş akan sığ sularda ve sakin su birikintilerinde bulunurlar. Larvalar çok hızlı büyür ve ilk yılında 16.5 cm boya ulaşabilirler (Sedgwick, 1995; Teufel ve ark., 2002).

Kahverengi alabalıkların besin tercihleri, balığın büyüklüğü ve yaşına, bulundukları bölgeye, besin kaynaklarının mevsimsel farklılığına göre farklılık gösterebilir (Bachman, 1991; Belica, 2007). Larvalar ilk olarak çeşitli zooplankton ve küçük sucul omurgasızları tercih ederlerken, biraz büyüdüklerinde karasal ve sucul böcekleri tercih ederler. Avrupa'daki kahverengi alabalıklar 13-16 cm boya ulaştıklarında balıklarla beslenmeye başlarlar ve besinlerinin % 10'unu küçük balıklar oluşturur. 35 cm ve büyük alabalıkların besinlerini ise daha çok balıklar oluşturur (Clapp ve ark. 1990; Belica, 2007).

Kahverengi alabalıkların besinleri yaşadıkları ortama göre farklılık gösterir. Bol su bitkisi bulunan akarsularda yaşayan kahverengi alabalıklarının besinini, isopod ve amfipod gibi krustesalar oluştururken, başka bölgelerde kurbağa, sülük, kemirgen gibi hayvanlar oluşturabilir (Bachman, 1991; Belica, 2007). Denizlerde bulunan alabalıkların besinlerini daha çok küçük balıklar, krustaseler, mollusklar oluştururken, tatlı sularda bulunan alabalıkların besinlerini bentikte yaşayan omurgasızlar, zooplankton, böcek larvaları, antenli böcekler ve küçük balıklar oluşturur (Teufel ve ark. 2002).

2.1.5. Üreme

Kahverengi alabalıklar 3-4 yaşında cinsi olgunluğa erişirler. Yumurtlama eylül ayında başlar ocak ayının sonuna kadar devam eder. Kahverengi alabalıklar yaşamları boyunca birkaç kez ürerler (Brumund-Rüther ve ark., 1996; Teufel ve ark. 2002). Denizlerde bulunan balıklar akarsulara, göllerde yaşayan balıklar göle bağlı su kaynaklarına, akarsularda yaşayanlar ise su kaynağına doğru üreme göçü yaparlar (Kocabaş, 2009). Akarsulardaki alabalıklar üremek için hızlı akıntılı ve çakıllı bölgeleri tercih ederler. Göllerde yaşayan alabalıklar ise üremek için akarsu kollarına doğru giderler. Akarsu kollarının uygun olmadığı durumlarda ise taşlı dalgalı kıyılık alanlara yumurta bırakabilirler. Kahverengi alabalıkların yumurtlamak için alan seçiminde, su derinliği, akıntı hızı, su sıcaklığı, çözünmüş oksijen konsantrasyonu gibi faktörler etkilidir (Elliott, 1994).

Dişi balıklar yumurtlama alanlarında kuyruk darbeleriyle çukurlar açıp yumurtalarını bu çukurlara bırakırlar, erkek balıklar spermelerini bırakıp döllenme işlemi tamamlandıktan sonra tekrar bu çukuru kapatıp yumurtaların dış etkilerden korunmasını sağlarlar (Elliott, 1994). Dişiler ortalama 1500-2000 adet/kg yumurta bırakırlar (Tabak ve ark. 2001). Yumurtlama işlemi bittikten sonra anaçlar nehrin aşağı kısmına geri dönerler. Yumurtalar kış sezonu boyunca yavaş yavaş gelişirler ve ilkbaharda açılırlar (Teufel ve ark., 2002). Yumurtaların açılma süresi su sıcaklığına bağlıdır (7°C’de yaklaşık 30 gün, 4°C’de yaklaşık 75 gün, 2°C’de yaklaşık 120 gün) (Belica, 2007). Yumurtadan çıkan alevinler çakılların içinde kalırlar ve besin kesesinden beslenirler. Besin kesesi tüketildiğinde su sıcaklığı 7-12°C civarındadır. Besin kesesini tüketen larvalar çakıl taşlarının arasından çıkarlar ve ilk besinlerini almaya başlarlar (Teufel ve ark., 2002).

2.2. Ülkemizde Bulunan Kahverengi Alabalık (*Salmo trutta*) Türleri

2.2.1. *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858) (Dağ Alabalığı, Büyük Benekli Alabalık)

Ülkemizin güney, güney-batı, kuzey-batı ve Trakya’daki birçok akarsuyunda görülebilir. Vücutları yanlardan yassılaştırmış olup, küçük pullarla örtülüdür. Solungaç kapağında belirgin bir siyah nokta bulunur (Şekil 2.2). Yanal çizgide bir sıra halinde uzanan ve küçük noktaların kümeleşmesi ile oluşmuş 10-12 adet iri benek bulunur. Ağız büyük olup, ağız içinde Vomer dişleri bulunur. Çene ve damakta da dişler bulunur. Sırt yüzgecinde 3-4 sert, 10-11 yumuşak; anal yüzgeçte 3-4 sert, 8-10 yumuşak ışın mevcuttur. Yanal çizgi üzerinde 110-118 adet pul bulunur. Omur sayısı 56-57, pilorik kese sayısı ise 30’dur (Bat ve ark., 2008).

Bütün yaşamlarını tatlı sularda geçirirler. Özellikle hızlı akan, temiz ve bol oksijenli soğuk dağ sularında yayılım gösterirler. Yumurtlama Kasım-Aralık aylarında gerçekleşir. Yumurtlama sezonunda akarsuların sığ olan yukarı havzalarına çıkarlar ve çakıllı zeminlere yumurtlarlar (Geldiay ve Balık, 2007).



Şekil 2.2. *Salmo trutta macrostigma* (Dağ Alabalığı, Büyük Benekli Alabalık) (Anonim, 2016b)

2.2.2. *Salmo trutta abanticus* (Tortonese, 1954) (Abant Alası, Abant Alabalığı)

Ülkemizde sadece Abant Gölü ve çevresindeki kaynaklarda yaşayan endemik bir türdür (Bat ve ark. 2008). İlk olarak 1954 yılında Tortonese tarafından Abant gölünde tanımlanmıştır (Geldiay ve Balık, 2007). Vücut üzerinde kahverengi halkalarla çevrilmiş ve düzensiz olarak dağılmış siyah benekler görülür. Sırt yüzgecinde 4 sert, 9-11 yumuşak ışın, anal yüzgeçte 3 sert, 7-8 yumuşak ışın bulunur. Yanal çizgi üzerinde 110 adet pul mevcuttur. Omur sayısı 59, pilorik kese sayısı 38-40'tır (Bat ve ark., 2008).



Şekil 2.3. *Salmo trutta abanticus* (Abant Alası, Abant Alabalığı) (Anonim 2016c)

Salmo trutta macrostigma ve *Salmo trutta labrax* alt türlerine benzese de vücudun yan taraflarındaki kırmızı beneklerin çok nadir olması veya hiç bulunmaması ile bu alt türlerden kolaylıkla ayırt edilir (Şekil 2.3.) (Geldiay ve Balık, 2007).

2.2.3 *Salmo trutta caspius* (Kesler, 1877) (Kafkas Alası)

Esas yaşama alanı Hazar Denizi olan bu alttürün ülkemizde Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki Kura ve Aras havzalarında, Kars ve Ardahan'da bulundukları bildirilmiştir. Vücut siyah-gri renkte olup, yanlardaki koyu lekeler vücudun ön tarafında toplanmıştır. Kırmızı benekler ise yanal çizginin altında kalan bölgede görülür (Şekil 2.4.) (Geldiay ve Balık, 2007).



Şekil 2.4. *Salmo trutta caspius* (Kafkas Alabalığı) (Anonim 2016d)

Sırt yüzgecinde 3-4 sert ışın, 9-10 yumuşak ışın, anal yüzgeçte 3 sert ışın, 7-8 yumuşak ışın mevcuttur. Yanal çizgi üzerinde 120-126 pul bulunur. Omur sayısı 58-59, pilorik kese sayısı 27-30'dur (Bat ve ark., 2008).

2.2.4. *Salmo trutta labrax* (Pallas, 1811) (Karadeniz Alabalığı, Deniz Alası)

İlk olarak Sivastopol'da bulunmuştur. Ülkemizde Kuzey ve Kuzey-Doğu bölgesindeki akarsularda bulunur (Geldiay ve Balık, 2007). Anadrom özellik gösterir. Denizde beslenip cinsi olgunluğa ulaştığında tatlı sulara göç ederler. Dorsal yüzgeçte 3-4 sert, 9-11 adet yumuşak ışın, anal yüzgeçte 3-4 sert, 8-9 yumuşak ışın, göğüs yüzgecinde ise 13-14 adet ışına sahiptir. Yanal çizgi üzerinde 112-125 adet pul bulunur. Omur sayısı 55-60, pilorik kese sayısı 47-48'dir.

Solungaç kapağında belirgin bir siyah lekenin bulunması, vücut genelinde düzensiz siyah lekelerin bulunuşu ve kırmızı beneklerin etrafında belirgin beyaz halkalar bulunmasıyla diğer alt türlerden ayırt edilebilir (Bat ve ark., 2008) (Şekil 2.5). Erkekler 2-3, dişiler ise 3-4 yaşında cinsi olgunluğa ulaşırlar. Yumurtlama Eylül-Ocak ayları arasında olur (Kocabaş, 2009).



Şekil 2.5. Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) (Orijinal)

Geldiay ve Balık (2007)'in bildirdiğine göre Slastenenko (1956) bu alt türün, 3 farklı ekotipinin (deniz, dere ve göl ekotiplerinin) olduğunu ileri sürmektedir.

A. Deniz (Marina) ekotipi : Slastenenko (Geldiay ve Balık, 2007; Slastenenko (1956)'dan)'ya göre, Karadeniz'de boyları 100 cm ağırlıkları 26 kg olan alabalıklar yaşamaktadır. Bu balıklar hayatlarının büyük bir kısmını (beslenme periyotlarını) denizde geçirmektedirler. Üreme zamanında ise nehirlerle girerek kış aylarında çakıllı bölgelerde yumurta bırakırlar. Bu şekilde deniz ve tatlı su arasında göç eden ekotip deniz ekotipi olarak isimlendirilmiştir (Geldiay ve Balık, 2007).

B. Göl (Lacustris) ekotipi: Bu ekotipteki balıklar hayatlarının tamamını bir gölde geçirirler. Üremek ve beslenmek için deniz ve tatlı su arasında herhangi bir göç yapmazlar (Geldiay ve Balık, 2007).

C. Dere (Fario) ekotipi: Hayatlarını akarsularda geçiren ekotiptir. Akarsuyun içinde kısa mesafeli göçler yaparlar. Beslenme periyotu olan ilkbahar ve yaz mevsimlerinde su sıcaklığının uygun olduğu akarsuyun alt havzalarına kadar inerler. Üreme periyotu olan kış mevsiminde ise akarsuyun yukarı havzalarına doğru çıkarlar (Geldiay ve Balık, 2007).

Bu alttürün ekotipleri renk bakımından birbirinden farklılıklar gösterir. Deniz ekotipinde, tatlı sularda bulunan yavrular vücutlarında dağınık halde siyah ve kırmızı

benekler taşırlarken, denize göç ettiklerinde bu benekler kaybolur ve vücut rengi kahverenginden gümüşü bir renge döner. Göl ve dere ekotipinde ise siyah ve kırmızı benekler, hem yavru hem de ergin bireylerde bulunur. Vücut renklerinde ise herhangi bir değişiklik gözlenmez (Geldiay ve Balık, 2007).

2.3. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Hakkında Genel Bilgiler

Aspir, 80-100 cm arasında boylanan, çiçekleri sarı, beyaz, krem, kırmızı ve turuncu renklerde olan, tek yıllık bir yağlı tohum bitkisidir (Şekil 2.6). Dikenli ve dikensiz formları bulunmaktadır. Dikenli formlarında yağ miktarı daha fazladır (Babaoğlu, 2007). Tohumları beyaz, kahverengi ve üzerinde koyu çizgiler bulunan beyaz taneler şeklinde olup ayçiçeği tohumlarına benzer ancak ayçiçeği tohumlarından daha küçüktür (Şekil 2.6) (Şahin ve Taşlıgil, 2016). Tohumlarındaki yağ oranı % 30-45 arasında olup, yağı yemeklik yağ olarak çok kalitelidir. Safran bitkisine (*Crocus sativus*) benzediği için yalancı safran, Amerikan safranı, boyacı safran gibi isimlerle de bilinmektedir (Babaoğlu, 2007). Aspir, sıcak ve kuraklığa dayanıklı, iklim bakımından çok seçici olmayan, farklı ekolojik koşullara kolay adapte olabilen bir bitkidir. Bu özelliklerinden dolayı çorak bölgeler için önerilebilecek alternatif bitkiler bakımından ilk sırada yer almaktadır (Şahin ve Taşlıgil, 2016).



Şekil 2.6. Aspir bitkisi (*Carthamus tinctorius* L.) ve tohumu (Anonim, 2016e; Anonim 2016f)

Aspir bitkisinin Güney Asya orijinli olduğu ilk olarak Asya'nın güney bölgeleri, Ortadoğu ve Akdeniz Bölgelerinde ekildiği ve tüm dünyaya bu bölgelerden yayıldığı kabul edilmektedir. Tarih öncesi çağlardan itibaren Çin, Japonya, Hindistan, Mısır ve İran'da tarımının yapıldığı ileri sürülmektedir. Orta çağ döneminde İtalya, Fransa ve İspanya'da tarımının yapıldığı Amerika kıtasının keşfinden sonra İspanyollar tarafından

önce Meksika'ya ardından Venezüella ve Kolombiya'ya götürülmüştür. ABD'ye ilk olarak 1925 yıllarında Akdeniz ülkelerinden götürülmüştür (Babaoğlu, 2006).

2.3.1. Aspir'in Kullanım Alanları

Aspir, ilk olarak tıbbi amaçlarla ve çiçeğindeki boya maddesinin gıda ve kumaş boyacılığında kullanılması amacıyla üretilmiştir (Babaoğlu, 2006). Günümüzde ise özellikle yağ ve biodizel üretimi için yetiştirilmeye başlanmıştır (Şahin ve Taşlıgil, 2016). Aspiden özellikle suda eriyen kırmızı (Carthamin) ve sarı (Carthamidin) renkler elde edilebilmektedir. 21. yy başlarında sentetik anilin boyaların keşfiyle aspiden elde edilen boyaların kullanımı oldukça azalmıştır. Günümüzde halen bazı Asya ülkelerinde geleneksel ve dini törenlerde, ayrıca ipek kumaşların boyanmasında aspiden elde edilen renkler kullanılmaya devam etmektedir (Şekil 2.7) (Babaoğlu, 2006).



Şekil 2.7. Aspiden elde edilen boya ile boyanmış iplikler (Anonim 2016g)

Aspir bitkisinin tıbbi amaçla kullanımının en yaygın olduğu ülke Çin'dir. Çin'de geçmişten beri aspir bitkisi çiçekleri için yetiştirilmiştir. Çiçeklerinde bulunan aminoasitler, mineral maddeler ve bazı vitaminlerden (B1, B2, B12, C ve E) dolayı bitki çayı olarak tüketilmektedir. Özellikle sarı renkli çiçeklerde, antioksidan madde içeriğinin daha fazla olduğu ve çay yapımında sarı renkli çiçeklerin kullanımının daha yararlı olduğu ortaya konmuştur. Afganistan ve Hindistan'da aspir yapraklarından yapılan çay kadınların düşük yapmasını önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Ortadoğu ülkelerinde, Afganistan ve Hindistan'da, aspir bitkisi ateş düşürücü, kusmayı teşvik etici için zehirlenmelerde panzehir olarak ve kabızlığa karşı kullanılmaktadır. Bangladeş'te hardal yağı ile karıştırılarak romatizmaya karşı merhem olarak kullanılmaktadır (Babaoğlu, 2006).

Yapılan klinik ve laboratuvar çalışmaları; aspir bitkisinin, kadınların regl dönemlerinde, kalp-damar rahatsızlıklarında ve tramva sonucu oluşan şişliklerin ve ağrıların tedavisinde başarılı bir şekilde kullanılabilir olduğunu göstermiştir. Ayrıca klinik çalışmalarında, yüksek tansiyonu düşürdüğü, damarlardaki kan akışını hızlandırarak dokulara daha fazla oksijenin sağlandığı kanıtlanmıştır (Mündel, 2008).

Bazı Ortadoğu ve Asya ülkelerinde, aspir çiçekleri pilav, çorba, sos, ekmek ve turşulara katılarak sarı ve parlak turuncu renk almaları sağlanmaktadır. İran'da aspir tohumları salça kıvamına getirilerek, peynirin mayalanmasını hızlandırmak için kullanılmaktadır. Ayrıca peynire hoş bir koku ve yumuşaklık kazandırdığı bildirilmektedir. Etiyopya'da aspir tohumlarının ince öğütülüp su katılmasıyla "fitfit" adı verilen bir içki yapılmaktadır. Ülkemizde aspir çiçekleri (haspir ismi ile bilinmektedir) bazı yemeklere renk vermek amacıyla kullanılmaktadır (Şekil 2.8) (Babaoğlu, 2006).

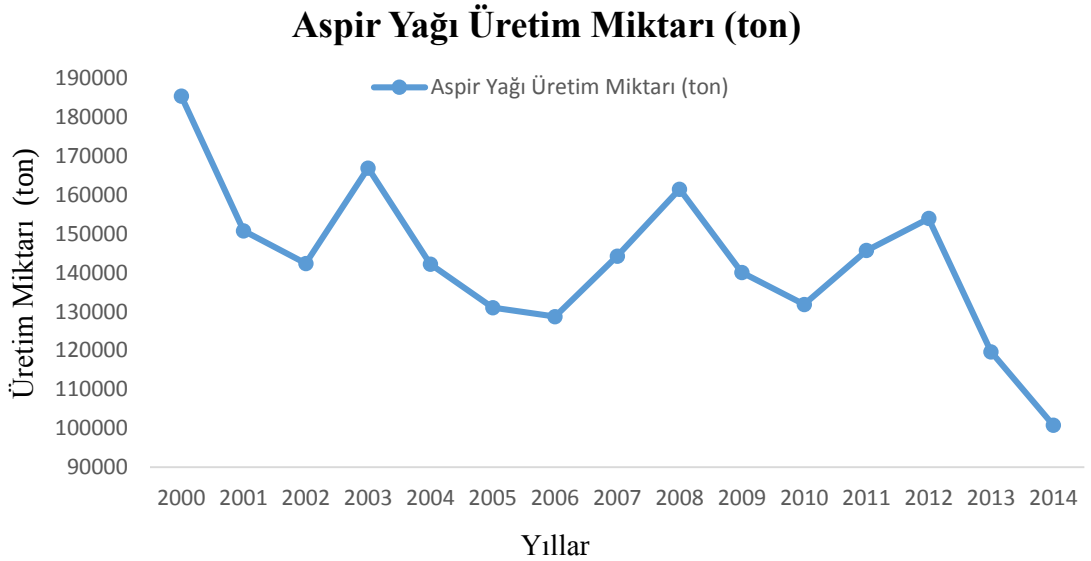


Şekil 2.8. Ülkemizde baharat olarak satılan aspir (Anonim, 2016h; Anonim, 2016i)

Aspir, yağlı tohum bitkisi olduğundan günümüzde ağırlıklı olarak yağ elde etmek için kullanılmaktadır. Aspirden elde edilen yağın soya, ayçiçeği ve mısır yağından daha kaliteli olduğu ifade edilmektedir (Yazıcıoğlu ve Karaali, 1983; Bayrak 1997). Aspir bitkisinin eski çeşitlerinde yağ içeriği % 25-37 iken, yeni çeşitlerinde kabuk içeriği azaltılıp yağ oranı yükseltilerek yağ içeriği % 46-47 oranına kadar çıkartılmaktadır (Demirci ve ark., 2003). Aspir yağının rengi koyu sarı, tadı özel, kokusu keskindir. İnsan sağlığı için önemli olan toplam doymamış yağ asitleri bakımından oldukça zengindir (% 90-93). Toplam doymamış yağ asitleri miktarı ayçiçeği yağından (% 83) fazladır. Son yıllarda oleik asit (omega 9) oranı yüksek aspir çeşitleri üzerinde çalışmalar hız kazanmıştır. Aspirin bu çeşitlerinden elde edilen yağın oleik asit miktarı % 85 civarında

olup kalite bakımından zeytinyağına eş değerdir (Babaoğlu, 2006). Ayçiçek gibi yağlı tohumları işleyen fabrikalarda aspir de ek bir maliyete gerek kalmadan işlenebilmektedir. Ancak aspir tohumlarının işlenmesi ayçiçeği tohumlarının işlenmesinden daha zordur. Ülkemizde aspir yağı, daha çok küçük işletmelerde ve kendi ihtiyaçları doğrultusunda üretilmektedir. 4 kg aspir tohumundan 1 kg aspir yağı elde edilmektedir. Sofralık yağ ihtiyacının dışında üretilen yağ özellikle hızlı kuruyan boya imalatında kullanılmaktadır (Şahin ve Taşlıgil, 2016).

2014 yılında dünyada 100.751 ton aspir yağı üretildiği bildirilmektedir (FAO, 2017). Aspir yağı üretimi yıllara göre çok farklılık göstermekte olup, 2000 yılında 185.396 ton olan üretim, 2006 yılında 128.707 ton, 2008 yılında 161.448 ton, 2014 yılında ise 100.751 ton olarak gerçekleşmiştir (Şekil 2.9). 2014 yılındaki üretim miktarına göre yaklaşık 34 bin ton aspir yağı üretimi ile ABD ilk sırada yer almaktadır. ABD'yi sırasıyla Hindistan (31.000 ton), Meksika (18.600 ton), Özbekistan (8.582 ton), Kazakistan (3.521 ton) ve Rusya (1.500 ton) takip etmektedir (FAO, 2017).



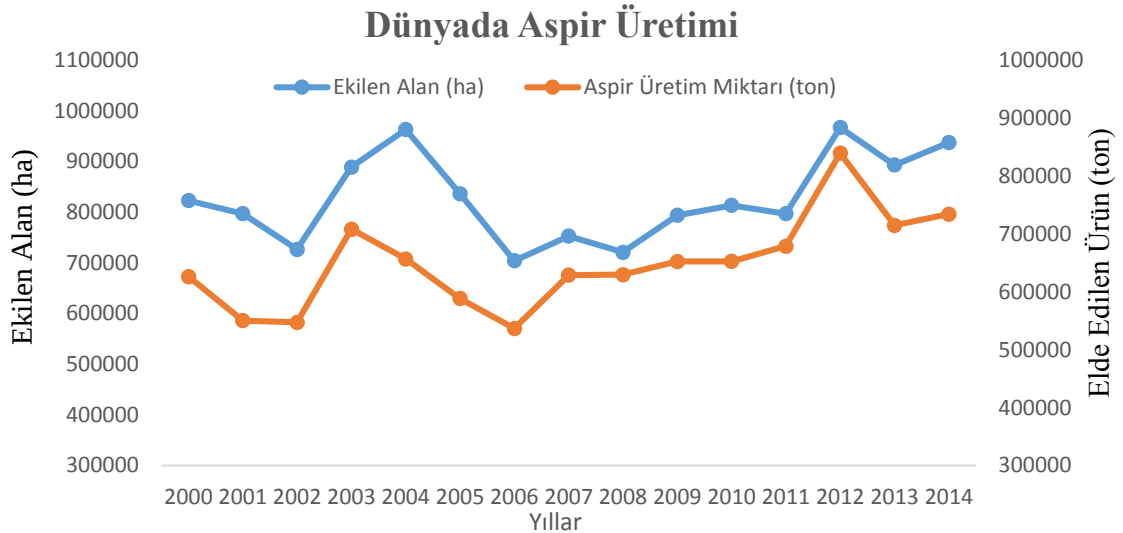
Şekil 2.9 Dünyada aspir yağı üretiminin yıllara göre değişimi

Yağ üretiminden sonra elde edilen aspir küspesi, hayvancılıkta yem hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Kabuğu alınmamış tohumdan üretilen küspenin protein oranı % 22-25 arasında iken kabuğu alınmış tohumdan üretilen küspenin protein oranı ise % 30-40 oranına kadar çıkmaktadır. Aspir küspesi süt sığırları, koyun ve kanatlı kümes hayvanları için oldukça uygun bulunmaktadır (Oğuz ve Oğuz, 2006).

2.3.2. Dünyada Aspir Üretimi

Dünyadaki aspir üretimi incelendiğinde düzensiz bir gelişim gösterdiği anlaşılmaktadır. 1961 yılında toplam 326.997 ton olarak gerçekleşen üretim miktarı, 1975 yılında 1.006.573 ton, 1979 yılında ise 1.100.535 ton olarak oldukça yüksek bir miktara ulaşmıştır. 1980-2014 yılları arasında üretim miktarı ise genellikle 500.000-900.000 ton arasında kalmıştır (Şekil 2.10) (FAO, 2017). Günümüzde aspir üretimi 40° güney ve 55° kuzey enlemleri arasında, kurak ve sıcak iklim bölgelerinde yayılım göstermektedir. En kuzeyde Kanada, en güneyde ise Avustralya’da yetiştirilmektedir (Şahin ve Taşlıgil, 2016).

FAO 2017 yılı verilerine göre 2014 yılında 733.852 ton aspir üretimi gerçekleştirilmiştir. Dünyada aspir üretimi 2000 yılında 625.977 ton, 2006 yılında 536.393 ton gerçekleşmiştir. 2006 yılından sonra düzenli bir artış göstererek 2012 yılında 839.039 ton, 2013 yılında 714.495 ton, 2014 yılında ise 733.852 ton üretim gerçekleştirmiştir (Şekil 2.10). 2014 yılı üretim verilerine göre 144.411 ton üretim ile Meksika ilk sırada yer almaktadır. Meksika’yı sırası ile Kazakistan (135.430 ton), Hindistan (113.000 ton), ABD (94.640), Rusya (81.747) ve Türkiye (62.000 ton) takip etmektedir (FAO, 2017).



Şekil 2.10. Dünyada aspirin ekim alanı (ha) ve üretim miktarı (ton)

2.3.3. Türkiye’de Aspir Üretimi

Türkiye’de 1929-1930 yıllarında Eskişehir’de bulunan Sazova Tohum Islah İstasyonu’nda aspir bitkisinin yetiştirme teknikleri ve ıslahı üzerine ilk çalışma başlatılmıştır. Yapılan bu çalışmalar sonucunda “Yenice” ismi verilen dikensiz aspir bitkisi üretilmiştir. II. Dünya savaşı nedeniyle yapılan çalışmalara ara verilmiştir. Günümüzde aspir üretimi için dört çeşit mevcuttur. Bu çeşitlere ait bazı özellikler Çizelge 2.1’de verilmiştir.

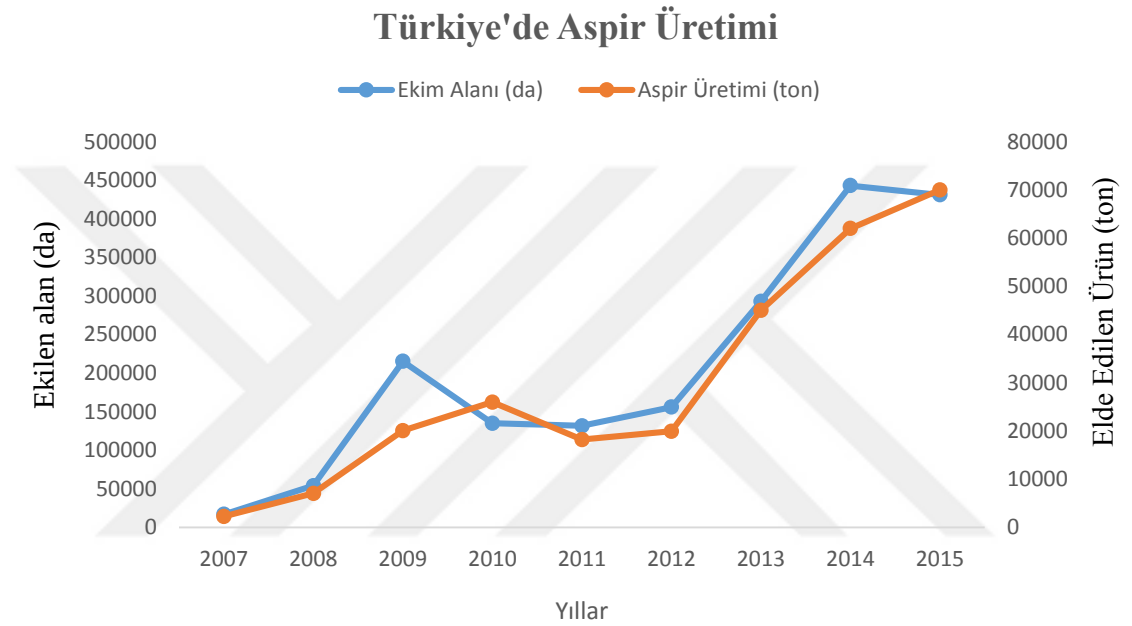
Çizelge 2.1. Türkiye’deki aspir çeşitleri ve bazı özellikleri*

Çeşitler	Tescil yılı	Dikenlilik	Çiçek rengi	Bitki boyu (cm)	Tane rengi	Yağ oranı (%)
Yenice	1931	Dikensiz	Kırmızı	100-120	Beyaz	26-28
Dinçer	1977	Orta dikenli	Turuncu	90-110	Beyaz	28-32
Remzibey-05	2005	Dikenli	Sarı	60-80	Beyaz	32-35
Balcı	2011	Dikenli	Sarı	70-100	Beyaz	38-41

*Aspir çeşitleri ve bunlara ait bilgiler Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünden alınmıştır (Anonim, 2016j).

Türkiye’de ilk aspir tarımı, Bulgaristan’dan gelen göçmenler vasıtasıyla 1940-1945 yılları arasında Balıkesir yöresinde yapılmıştır. 1950’li yıllarda aspir üretimine tekrar başlanmıştır. Özellikle 1958 yılında hızla artan nüfusun yağ ihtiyacını karşılamak için Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı’nın (şimdiki adıyla Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı) talimatıyla aspir tarımı tekrar gündeme alınmıştır. Aspir üretimi daha sonraki yıllarda tekrar önemini kaybetmiştir. 2000’li yılların başlarına kadar aspir üretiminde önemli bir gelişme olmamıştır. 2004 yılından sonra ise biodizel üretimi ile aspir tekrar gündeme gelmiştir. Aspir üretimine ilk olarak 2006 yılında destek vermeye (prim, mazot, gübre ve yurt içi sertifikalı tohum kullanım desteği) başlanmış olup günümüzde verilen destek ayçiçeği, mısır ve kanolaya verilen desteği geçmiştir (Şahin ve Taşlıgil, 2016). Aspir ülkemizde dikenli ayçiçeği, zerdeçal ve haspir olarak da bilinmektedir (Babaoğlu, 2006).

1990 yılında 138 ton olan aspir üretimi 2000 yılında 18 tona düşmüştür. 2004 yılında 150 ton olan üretim düzenli bir artış göstererek 2007 yılında 2.280 tona, 2010 yılında 26.000 tona, 2015 yılında ise 70.000 tona kadar ulaşmıştır (Şekil 2.11). 2015 yılı verilerine göre en çok aspir üreten il 39.328 ton üretimi Ankara'dır. Ankara'yı sırasıyla Konya (5.625 ton), Muş (3.929 ton), Yozgat (3.347 ton), Çorum (2.039 ton) ve Aksaray (2.030 ton) takip etmektedir (TÜİK, 2016).



Şekil 2.11. Türkiye’de aspir üretimi (ton) ve ekilen alan (da)

2.4. Kanola (*Brassica napus*) Hakkında Genel Bilgiler

Kanola, ülkemizde kolza, rapitsa, rapiska isimleriyle bilinmektedir. Kanola bitkisi, çok dallanmış ve kuvvetli bir kazık kök sistemine sahiptir. Kökü 100-120 cm derine iner. Sapı sert, dayanıklı ve dallıdır. Birçok kanola bitkisinde çiçekler açık sarı renktedir (Şekil 2.12). Kanola tohumları 2-3 mm çapında ve yuvarlaktır. Kanola tohumu, % 38-50 oranında yağ, % 16-24 oranında protein içermektedir (Sobutay, 2004).



Şekil 2.12. Kanola bitkisi (*Brassica napus*) ve tohumu (Anonim 2017a, Anonim 2017b)

İlk başlarda kolzadan elde edilen yağda canlılarda trigliserid birikimine yol açan erusik asit miktarının yüksek olması, küspede ise hayvanlarda toksik etki ve büyümeyi sınırlayan glukosinolat miktarının yüksek olması nedeniyle kolza üretimi fazla ilgi görmemiştir (Öztürk ve Akınerdem, 2003). 1960’larda Kanada’da düşük erusik asit ve glukosinolat içeren bir kolza çeşidi geliştirilmiş ve bu çeşide “**Canadian Oil Low Acid**” (Düşük Asitli Kanada Yağı) sözcüklerinden türetilen “**CANOLA**” adı verilmiştir (Anonim 2017c).

Kanola (kolza) bitkisi, M.Ö. 2000 yılında Hindistan’da kültüre alınmış ve oradan Çin ve Japonya’ya yayılmıştır. 1940’lı yıllara kadar kolza tohumları lambalarda yakıt, yemeklik yağ ve hayvan beslemede kullanılmak üzere yetiştirilmiştir. 1940’lı yıllarda Hindistan ve Çin’de yemeklik yağ olarak kullanılan kolza yağı Avrupa’da ise makina yağı olarak kullanılmaktaydı. II. Dünya Savaşı sırasında Almanya’nın bulabildiği tek yağ kolza yağı olmuştur (Tosun ve Özkal, 2000). 1940’lı yıllarda Kanada kolza yağını gemicilikte kullanılmak amacıyla kolza üretimine başlamıştır. 1950’li yılların sonlarına doğru ise Kanada’da kolza yağı insan tüketiminde kullanılmaya başlamıştır (Subutay, 2004).

Kanola bitkisi, toprak ve iklim bakımından fazla seçici olmadığından tarımı tüm dünyada yapılabilmektedir. Kanola tohumu üretiminin en yaygın olduğu ülkeler Çin, Kanada, Hindistan, Almanya ve Fransa’dır. Kanola bitkisi, çevre şartlarına kolay uyum sağlamaktadır. Özellikle deniz iklimini sevmektedir. Kuraklığa dayanıklı olmadığından kışları ılık ve yağışlı geçen ılıman ve nemli bölgelerde daha iyi yetiştir (Subutay, 2004).

2.4.1. Kanolanın Kullanım Alanları

Kanolanın en önemli kullanım alanını yağ ve yem sanayileri oluşturmaktadır. Kanola taneleri % 38-50 oranında yağ, % 16-24 oranında protein içermektedir. Yağı çıkartıldıktan sonra elde edilen küspenin protein oranı % 38-40 arasındadır. Kanola yağının, yağ asitleri bakımından sağlığa en uygun yağ olduğu ileri sürülmektedir. Kanola yağı, yağlı tohumlardan elde edilen yağlar arasında düşük doymuş yağ oranına (% 7) sahip yağıdır. Kanola yağı tekli doymamış yağ asitleri yönünden (% 61-63) zengin olduğundan bu yönü ile zeytinyağına (% 73) benzemektedir. Ayrıca oleik asitçe zengin ayçiçeği ve aspir yağına benzediği de bildirilmiştir. Kanola yağı, çoklu doymamış yağ asitlerinin emilimini kolaylaştıran ve antioksidan etkiye sahip E vitamini bakımından da zengindir (Tosun ve Özkal, 2000). Kanola yağının rengi ayçiçeği yağının rengine benzerlik göstermekte olup açık sarı renktedir. Kanola yağı, aspir yağı ve diğer bitkisel yağların yağ asitleri değerleri Çizelge 2.2’de verilmiştir.

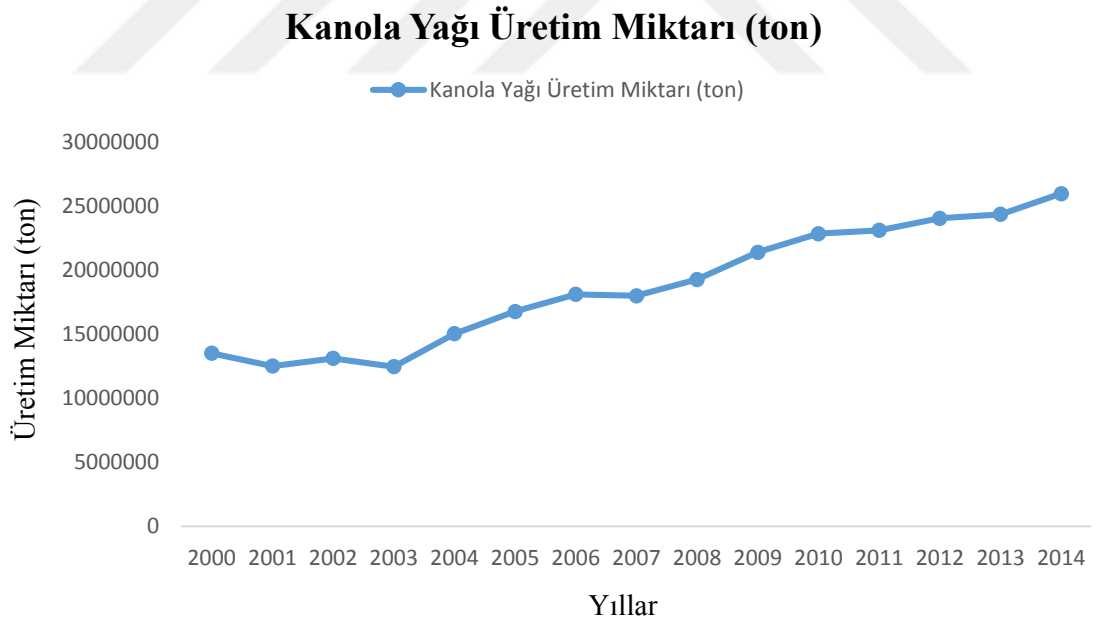
Çizelge 2.2. Bazı bitkisel yağların yağ asitleri değerleri (Canola-council, 2016)

	Doymuş yağlar (%)	Tekli Doymamış yağlar (%)	Çoklu Doymamış Yağlar (%)	
			Oleik asit	Linoleik asit
				α -Linolenik asit
Kanola yağı	7	62	19	9
Aspir yağı *	9	14	75	-
Aspir yağı **	8	75	13	-
Soya yağı	16	23	50	7
Ayçiçeği yağı #	9	57	29	-
Zeytinyağı	14	71	10	1
Mısır yağı	13	27	53	1
Keten tohumu yağı	9	18	14	53
Yerfıstığı yağı	17	45	32	-
Pamuk tohumu yağı	26	17	52	-
Palm yağı	49	37	9	-
Hindistan cevizi yağı	87	6	2	-

*: Linoleik asit miktarı yüksek olan aspir yağı, **: Oleik asit miktarı yüksek aspir yağı, #: Orta seviyede oleik asit içeren ayçiçek yağının ortalama yağ asitleri dağılımı.

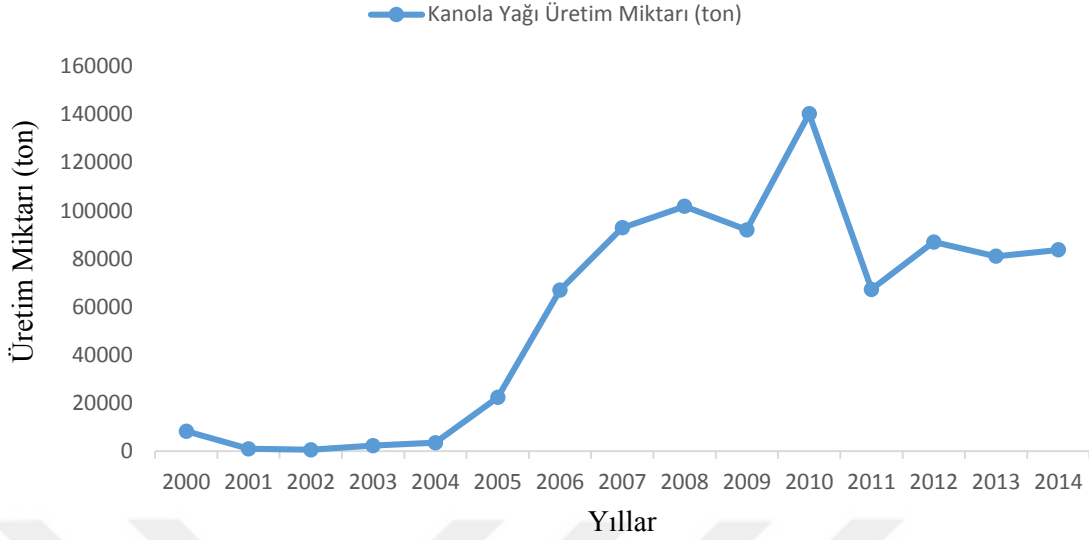
2014 yılında dünyada yaklaşık 26 milyon ton kanola yağı üretildiği bildirilmektedir (FAO, 2017). 2000’li yılların başında 13.5 milyon ton olan üretim miktarı her yıl artış göstererek 2014 yılında yaklaşık 26 milyon tona ulaşmıştır (Şekil 2.13). 2014 yılında yaklaşık 6 milyon tonluk üretimi ile Çin en çok kanola yağı üreten ülke olmuştur. Çin’i sırasıyla Almanya (3.5 milyon ton), Kanada (3 milyon ton), Hindistan (2.5 milyon ton) ve Fransa (2 milyon ton) takip etmektedir (FAO, 2017).

2014 yılında ülkemizde kanola yağı üretimi yaklaşık 84 bin ton olduğu bildirilmiştir (FAO, 2017). 1990’lı yılların başından 2000’li yılların başına kadar kanola yağı üretimi çok değişiklik göstermiştir. 1990 yılında 711 ton olan üretim miktarı 1994 yılında 3 ton, 1998 yılında 5.511 ton ve 2004 yılında ise yaklaşık 3.500 ton olarak gerçekleşmiştir. 2004 yılından sonra hızlı bir artış göstermiştir. 2005 yılında 22 bin ton, 2010 yılında ise en yüksek seviyesine ulaşarak 140 bin tonluk bir üretim gerçekleştirilmiştir. 2012-2014 yılları arasında ise daha dengeli bir üretim gözlenmiş olup üretim miktarı 80-90 bin ton civarında gerçekleşmiştir (Şekil 2.14).



Şekil 2.13. Dünyada kanola yağı üretiminin yıllara göre değişimi

Kanola Yağı Üretim Miktarı (ton)



Şekil 2.14. Türkiye’de kanola yağı üretiminin yıllara göre değişimi

Kanola bitkisi, ilkbaharda ilk çiçek açan kültür bitkisidir. Çiçeklerin kıt olduğu şubat ve mart aylarında arılar için önemli bir mera oluşturmaktadır. Arıcılık için iyi bir polen ve nektar kaynağı oluşturan kanola, arıcılık sektöründe önemli bir yer tutmaktadır (Çabukel ve ark. 2009). Arıların sarı renkli çiçekleri tercih etmeleri, kanolayı arıcılık için önemli bir bitki haline getirmektedir. Arılar, kanolanın çiçeklenme döneminde 1 hektar kanoladan 15 günde 100 kg bal ve 1 kg bal mumu yapabilirler (Subutay, 2004).

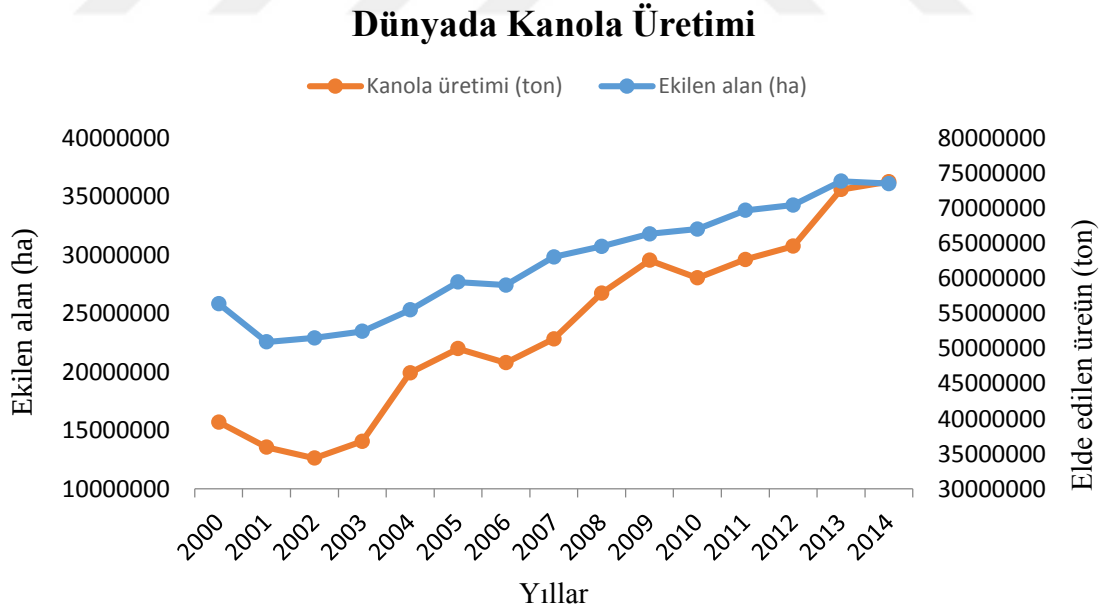
Kanola, kazık kökü sayesinde toprağın havalanmasını sağladığından tahıl ve ayçiçeği ile iyi bir rotasyon (münavebe, ekim nöbeti) bitkisidir. Bu sayede boş arazi değerlendirilir ve kış erozyonuna engel olur. Kanolanın, yazlık ve kışlık formlarının olması münavebe için diğer bitkilerden daha fazla kullanılmasına olanak sağlar (Çabukel ve ark. 2009).

Kanolanın kullanım alanlarından bir diğeri ise biodizel yakıt üretimidir. Biodizel yakıt, özellikle yağlı tohumlu bitkilerden elde edilen yağların metanol veya etanol ile reaksiyonu sonucu elde edilen ve yakıt olarak kullanılan üründür. 1 kg kanola tohumundan yaklaşık 450 gr yağ elde edilmekte ve bundan da yaklaşık 450 ml biodizel yakıt elde edilebilmektedir (Subutay, 2004).

2.4.2. Dünyada Kanola Üretimi

Kanola bitkisi, günümüzde yağ ihtiyacının karşılanması ve biodizel yapımında kullanılmak üzere dünyanın birçok yerinde üretilen önemli yağlı tohum bitkilerinden biridir. Hindistan ve Çin gibi Asya ülkelerinde uzun yıllardır yemeklik yağ elde etmek için üretilmiştir. Buna rağmen Avrupa ülkelerinde ise 1940'lı yıllara kadar lambalarda yakıt, hayvan yemi olarak ve motor yağı yapımında kullanılmıştır. 1960'lı yıllarda kanoladan elde edilen yağın yüksek miktarda erusik asit içermesi nedeniyle sağlık açısından zararlı olduğu tespit edilmiştir. Bunun üzerine Kanada'da erusik asit içermeyen çeşitlerin elde edilmeye başlanmasından sonra tüm dünyada kanola üretimi yaygınlaşmaya başlamıştır (Tosun ve Özkal, 2000).

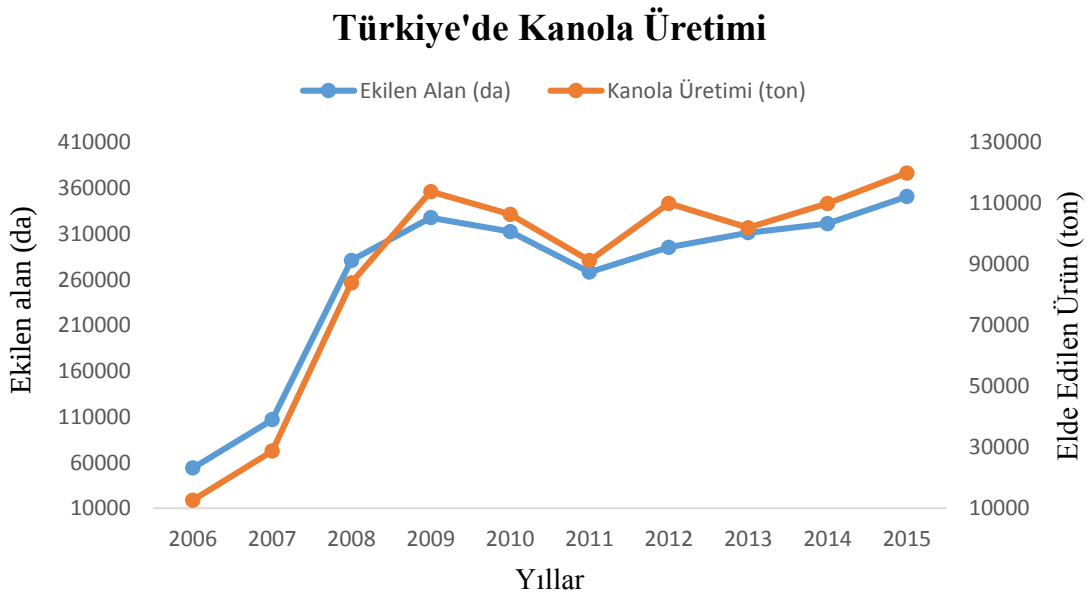
FAO 2017 verilerine göre 2014 yılında dünyadaki kanola üretimi yaklaşık 74 milyon tondur. 2001 yılında yaklaşık 36 milyon ton olan kanola üretimi düzenli bir artışla 2008 yılında yaklaşık 58 milyon tona, 2014 yılında ise yaklaşık 74 milyon tona ulaşmıştır (Şekil 2.15). 2014 yılı verilerine göre yaklaşık 16 milyon tonluk üretimi ile Kanada en çok kanola üreten ülkedir. Kanada'yı sırasıyla Çin (15 milyon ton), Hindistan (8 milyon ton), Almanya (6.2 milyon ton) ve Fransa (5.5 milyon ton) takip etmektedir.



Şekil 2.15. Dünyada üretilen kanola miktarı ve ekim alanı

2.4.3. Türkiye’de Kanola Üretimi

Türkiye’de bitkisel yağ üretimi, özellikle ayçiçeği ve zeytin üzerine yoğunlaşmıştır. Ayçiçeği tek başına yağ ihtiyacını karşılayamadığından, soya, yerfıstığı, kanola (kolza), aspir gibi yağlı tohumlu bitkiler alternatif olarak ülkemizde üretilmeye başlanmıştır. Kolza bitkisi, ülkemize Balkanlar’dan gelen göçmenler tarafından 1940’lı yıllarda getirilmiştir. Bu yıllarda özellikle Trakya bölgesinde yağlık tohum olarak yetiştirilmeye başlanmıştır. 1980’li yılların başında yüksek erusik asit ve glukasinolat miktarından dolayı ekimi yasaklanmıştır. Daha sonra erusik asit ve glukasinolat miktarları azaltılan kanolanın ekimine başlanmıştır (Sobutay, 2004). 1900’lü yılların başında 1.000-2.000 ton olan üretim miktarı daha sonraki yıllarda 5-10 ton miktarlarında devam etmiştir. 1998-1999 yıllarında 300 tonluk üretim gerçekleşmiştir. 2000-2005 yılları arasında üretim miktarlarında çok büyük değişiklik gözlenmiştir. 2000 yılında 187 ton olan üretim miktarı, 2003 yılında 6.500 tona ulaşmasına rağmen daha sonra üretimde tekrar düşüşe geçerek 2005 yılında 1.200 ton olarak gerçekleşmiştir. 2006 yılında ise üretim bir önceki yıla göre çok büyük bir artış göstererek 12.615 ton olarak gerçekleşmiştir. 2006 yılından itibaren üretim sürekli artış göstermiş ve 2015 yılında 120.000 ton üretime ulaşılmıştır (Şekil 2.16). 2015 yılı verilerine göre yaklaşık 74.000 ton kanola üretimi ile Tekirdağ en çok üretim gerçekleştiren ildir. Tekirdağ’ı sırasıyla İstanbul (18.000 ton), Kırklareli (8.000 ton), Balıkesir (7.000 ton), Edirne (6.000 ton), Çanakkale (4.000 ton) ve Konya (2.000 ton) takip etmektedir (TÜİK, 2016).



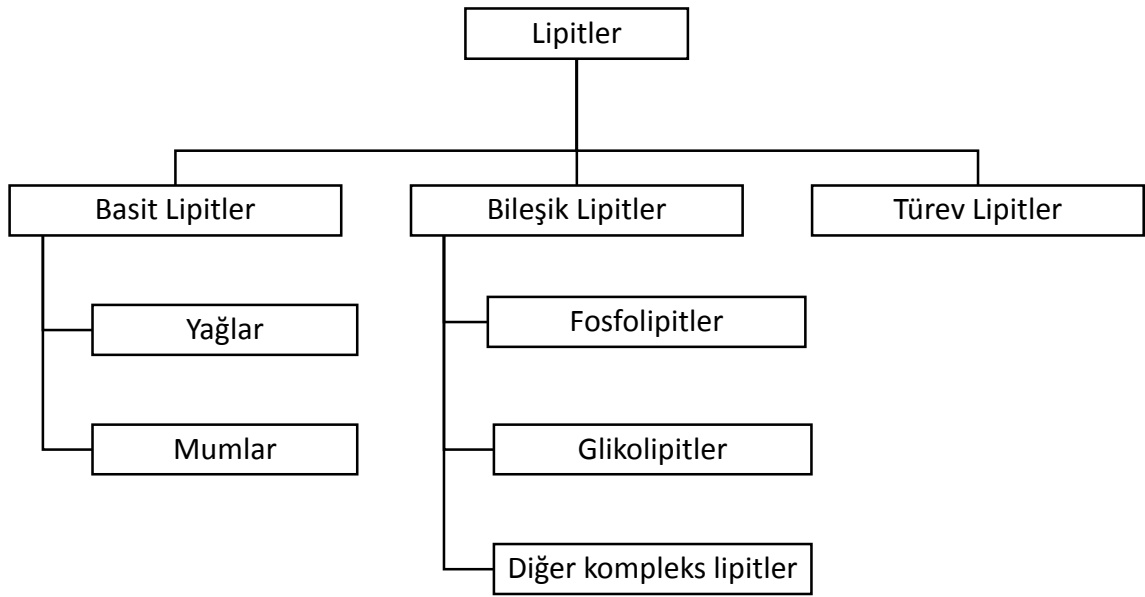
Şekil 2.16. Türkiye’deki kanola üretim miktarı (ton) ve ekim alanı (da)

2.5. LİPİTLER

Lipitler, protein ve karbonhidratlarla birlikte yaşayan organizmalar için en önemli yapı taşlarından ve enerji kaynaklarından biridir. Lipitler, suda çözünmeyen, eter, benzen, aseton ve kloroform gibi organik çözücülerde kolay çözünebilen organik bileşiklerdir (Mayes and Botham, 2003). Lipitlerin temel yapılarında genel olarak karbon ve hidrojen bulunmaktadır. Lipitlerin, organizma için oldukça önemli biyolojik fonksiyonları bulunmaktadır. Lipitlerin fonksiyonları şunlardır:

- Hücre zarının yapı elamanlarıdır.
- Metabolik enerjinin hücre içi depolanma şeklidir.
- Metabolik enerjinin bir taşıma formudur.
- Canlı organizmayı dış etkenlerden korur.
- İç organlara destek olur.
- A, D, E ve K vitaminlerinin çözücüsü ve taşıyıcısıdır.
- Vitamin ve hormon olarak görev yapar.
- Isı yalıtımı sağlar (Tocher, 2003).

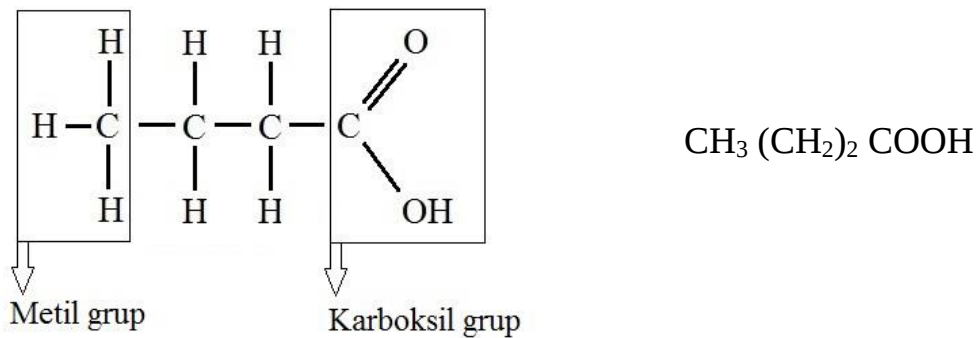
Lipitlerin sınıflandırılmasında farklı sınıflandırmalar bulunmaktadır. Genellikle lipitler, basit lipitler, bileşik lipitler, türev lipitler şeklinde sınıflandırılabilirler (Şekil 2.17). Basit lipitler; yağ asitlerinin çeşitli alkollerle esterleşmesinden oluşur. Yağlar ve mumlar olarak ikiye ayrılır. Bileşik lipitler; yağ asitleri ve alkole ek olarak başka gruplar (fosforik asit, aminoasit, karbonhidrat vb.) içeren lipitlerdir. Bileşik lipitler; fosfolipitler, glikolipitler ve diğer kompleks lipitler (aminolipitler, lipoproteinler vb) olmak üzere üçe ayrılır. Türev lipitlere, yağ asitleri, gliserol, steroid, diğer alkoller, yağlı aldehitler, keton cisimler, hidrokarbonlar, yağda çözünen vitaminler, hormonlar bu gruba dahil edilmektedir (Mayes and Botham, 2003).



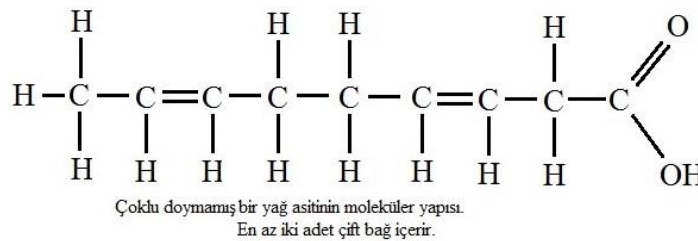
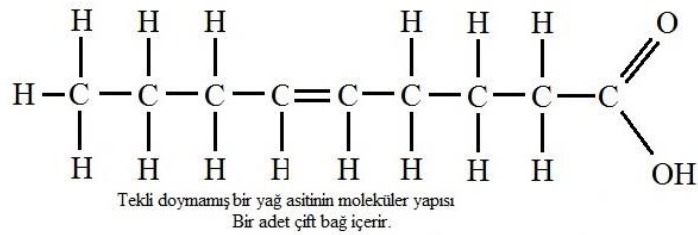
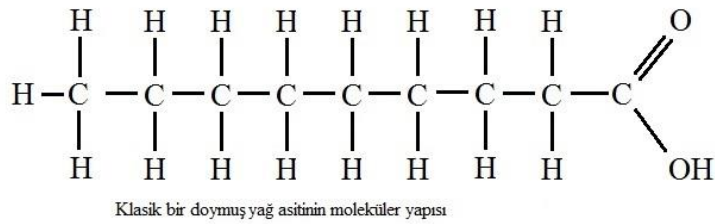
Şekil 2.17. Lipitlerin sınıflandırılması

2.5.1. Yağ Asitleri

Yağlar, yağ asitleri ve gliserolün esterleridir. Tüm gerçek yağların bileşiminde gliserol bulunur. Yağların, fiziksel ve kimyasal özelliklerini yağ asitleri belirler. Bütün yağ asitlerinin bir ucu metil (CH₃) uzun bir hidrokarbon zinciri ve sonunda karboksil grubu (COOH) bağlanmaktadır (Şekil 2.18). Yağ asitleri, karbon ile yaptıkları bağın durumuna göre doymuş ve doymamış yağ asitleri olarak adlandırılırlar. Karbon atomlarının birbirine birer bağ ile bağladığı (çift bağ bulunmayan) yağ asitlerine *doymuş yağ asitleri* denir. Karbon bağlarında bir veya daha fazla çift bağ bulunduran yağ asitlerine ise *doymamış yağ asitleri* denir (Şekil 2.19) (Sirkecioğlu, 2011).



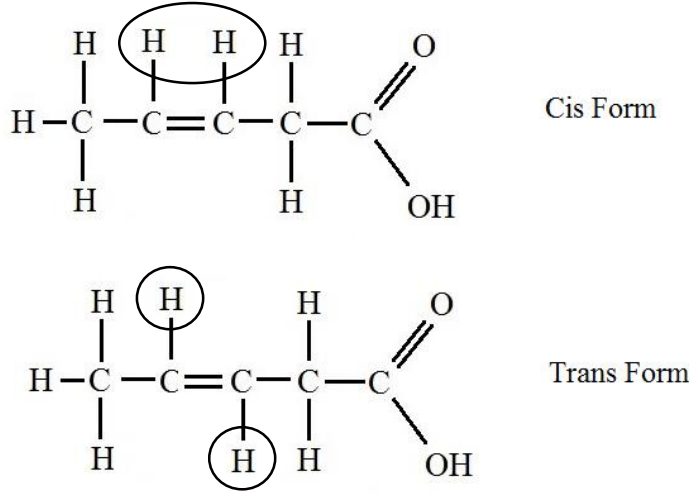
Şekil 2.18. Bir yağ asidinin kimyasal yapısı ve kapalı formülle gösterimi (Bütirik asit)



Şekil 2.19. Doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerinin kimyasal yapısı (Anonim 2017e’den modifiye edilmiştir)

Doğal yağlardaki yağ asitleri genellikle çift sayıda karbon atomu içerirler. Tek sayıda karbon atomu içeren yağ asitlerine doğada nadiren rastlanır. Doğada en fazla bulunan yağ asitleri 16-18 karbon atomu içeren yağ asitleridir (Mumogullarında, 2012). Doğada en çok bulunan yağ asidi oleik asittir. Oleik asit çoğu yağda bulunan yağ asitlerinin yarısından fazlasını oluşturur. Yağlarda oleik asitten sonra en çok bulunan yağ asidi palmitik asittir. Hayvanlarda depo yağlarını çoğunlukla oleik asit ve palmitik asit oluşturur. En basit yağ asidi, 2 karbon atomuna sahip asetik asittir. Asetik asit (2 karbon atomlu), propiyonik asit (3 karbon atomlu) ve bütirik asit (4 karbon atomlu)'e uçucu yağ asitleri denilmektedir (Mayes ve Botham, 2003).

Yağ asitleri, çift bağların olduğu karbon atomlarına hidrojen atomlarının bağlanma durumuna göre “Cis” ve “Trans” formlarında bulunurlar. Çift bağların iki tarafındaki karbon atomlarına bağlı hidrojen atomları aynı tarafta bulunuyorsa bu forma “Cis”, farklı tarafta bulunuyorsa bu forma “Trans” denir. Doğal olarak oluşan yağ asitlerinin çoğu “Cis” formundadır (Şekil 2.20) (Mumogullarında, 2012).



Şekil 2.20. Yağ asitlerinde cis ve trans formun kimyasal yapıda gösterimi

Yağ asitleri ayrıca vücutta sentezlenebilme ve sentezlenememe durumuna göre esansiyel ve esansiyel olmayan yağ asitleri olmak üzere ikiye ayrılırlar. Vücutta sentezlenemeyen yağ asitleri esansiyel yağ asitleri olup dışardan alınması zorunludur. Esansiyel yağ asitleri birden fazla çift bağ içeren linoleik asit, linolenik asit ve araşidonik asittir. Esansiyel yağ asitlerinin eksikliğinde, büyümede durma, böbrek fonksiyonlarında bozukluklar, cilt sorunları ve üreme fonksiyonlarında bozulma gibi etkiler gözlemlenir (Singh, 2005).

Yağ asitlerinin adlandırılmasında, trivial adlandırma (genel adlandırma) veya Cenevre sistemi (sistematik adlandırma) kullanılmaktadır. Trivial adlandırmada her yağ asidinin genel bir ismi vardır (örneğin oleik asit, stearik asit vb.) (Anonim, 2017d). Yağ asitleri, benzer karbon atomları dizilişi ve sayısına sahip hidrokarbonlara göre adlandırılabilir. Bu sistemde hidrokarbonun adındaki son “-e” yerine “-oik” kullanılır (Cenevre sistemi). Böylece doymuş yağ asitleri “-anoik” (örneğin oktadekanoik asit

(stearik asit)), doymamış yağ asitleri “-enoik” (örneğin oktadekenoik (oleik asit)) ile sonlanırlar. Yağ asitlerinin yapısında bulunan karbon atomlarının numaralandırılması karboksil grubundan (-COOH) başlanır ve karboksil grubundaki karbon atomu ilk atom olarak kabul edilir. Karboksil grubundan sonraki karbon atomları 2, 3, 4 gibi rakamlar kullanılarak ya da sırasıyla α karbon, β karbon, γ karbon gibi yunan alfabesi kullanılarak işaretlenir. Metil grubundaki (-CH₃) karbon atomu ise omega (ω) veya n karbon olarak adlandırılır. Yağ asitlerinin kısa isimlendirilmesinde, n veya ω , terminolojik gösterimde ise Δ kısaltmaları kullanılmaktadır (Mayes ve Botham, 2003). Yağ asitlerinin kısa gösterimi a:b ω c veya a:bnc şeklindedir. Bu gösterimde “a” karbon atomlarının sayısını, “b” karbon atomları arasındaki çift bağın sayısını, “c” ise karbon atomları arasındaki ilk çift bağın pozisyonunu göstermektedir (Mumoğullarında, 2012). Her iki sistemde gösterim benzerdir. Tek fark çift bağlarının konumunun gösterimindedir. Örneğin 20 karbon atomu ve 4 çift bağ içeren araşidonik asit 20:4 Δ 5,8,11,14 zincirin karboksil ucunun son tarafından itibaren 5, 8, 11 ve 14. karbon atomlarında çift bağ içermektedir. Kısa gösterimde ise 20:4 n-6 veya 20:4 ω -6 şeklinde yapılmakta ve metil ucundan sonra ilk çift bağın 6. karbon atomunda olduğunu göstermektedir (Mayes ve Botham, 2003). Bazı yağ asitlerinin sistematik ve yaygın isimlendirilmeleri, kısa gösterimi ve bulundukları besinler Çizelge 2.3’te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Bazı yağ asitlerinin sistematik ve yaygın isimlendirilmeleri, kısa gösterimi ve besin kaynakları (Christie, 1989; Mayes ve Botham, 2003)

Yaygın Adı	Sistematik Adı	Kısa İsimlendirme	Besin Kaynağı
Doymuş			
Bütirik asit	Bütanoik asit	C4:0	Tereyağı
Miristik asit	Tetradekanoik asit	C14:0	Hindistan cevizi yağı, tereyağı
Palmitik asit	Hekzadekanoik asit	C16:0	Bitkisel ve hayvansal bütün yağlar
Stearik asit	Oktadekanoik asit	C18:0	Bitkisel ve hayvansal bütün yağlar
Devamı arkada			

Tekli Doymamış			
Palmitoleik asit	Cis-9-Hekzadekenoik asit	C16:1	Hayvansal yağlar
Elaidik asit	Trans-9- Oktadekanoik	C18:1 ω -9t	Margarin
Oleik asit	Cis-9-Oktadekanoik	C18:1	Doğal tüm yağlar
Gondoik asit	Cis-11-Eikosenoik asit	C20:1	Jojoba yağı, birçok bitkisel yağ
Erusik asit	Cis-13-Dokosenoik asit	C22:1 ω -9	Kolza ve hardal tohumu yağları
Nervonik asit	Cis-15-Tetrakosenoik asit	C24:1	Bitki tohumu yağları
Çoklu Doymamış			
Linoleik asit	9,12-Oktadekadienoik asit	C18:2 ω -6c	Bitkisel yağlarda
α -Linolenik asit	9,12,15-Oktadekatrienoik asit	C18:3 ω -3	Keten tohumu yağı
Araşidonik asit	5,8,11,14-Eikosatetraenoik asit	C20:4 ω -6	Yer fıstığı yağı
Timnodoik asit	5,8,11,14,17-Eikosapentaenoik asit (EPA)	C20:5	Balık yağı
Klupanodonik asit	4,7,10,13,16,19-Dokosahekzaenoik asit (DHA)	C22:6	Balık yağı

2.5.1.1. Doymuş Yağ Asitleri

Doymuş yağ asitleri (SFA, Saturated Fatty Acids), hidrokarbon zincirinde çift bağ içermeyen yağ asitleridir. Doymuş yağ asitlerinin genel kimyasal formülü " $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ " şeklindedir. Hayvan ve bitki dokularında en çok bulunan doymuş yağ asitleri 14, 16 ve 18 karbon atomuna sahip doymuş yağ asitleridir. Doymuş yağ asitlerinin 2-6 karbon atomu içerenleri kısa zincirli, 8-12 arasında karbon atomu içerenleri orta zincirli, 12'den fazla karbon atomu içerenleri ise uzun zincirli yağ asidi olarak tanımlanır. 10'dan daha az karbon atomu içeren doymuş yağ asitleri oda sıcaklığında sıvı halde, 10'dan fazla karbon atomu içeren doymuş yağ asitleri ise oda sıcaklığında katı halde bulunurlar. 4-12 karbonlu doymuş yağ asitleri genellikle süt yağında bulunurken, 12'den fazla karbon atomuna sahip yağ asitleri Hindistan cevizi yağı gibi bitkisel

tohumlardan elde edilen yağlarda bulunmaktadır. Palmitik asit ve stearik asit en yaygın bulunan doymuş yağ asitleridir. Palmitik asit doğada en çok bulunan yağ asitlerinden biri olup, bütün organizmaların yağında bulunan bir yağ asididir (Christie, 1989).

2.5.1.2. Doymamış Yağ Asitleri

Doymamış yağ asitleri, hidrokarbon zincirinde bir veya daha fazla çift bağ içeren yağ asitleridir. Hidrokarbon zincirinde tek çift bağ içeren doymamış yağ asitleri, tekli doymamış yağ asitleri (MUFA, Mono Unsaturated Fatty Acids), iki ya da daha fazla çift bağ içerenleri ise çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA, Poly Unsaturated Fatty Acids) olarak isimlendirilirler. Doymamış yağ asitlerini gruplandırılmasında “ω” veya “n” harfleri kullanılır. Metil grubundaki karbon atomuna omega “ω” karbon denir. Doymamış yağ asitleri, çift bağın omega karbonuna olan konumuna göre ω-3, ω-6, ω-7 ve ω-9 gibi gruplara ayrılır (Çizelge 2.4). ω-3 grubundaki yağ asitlerinin ilk çift bağı ω karbona göre 3. karbon atomunda, ω-9 grubundaki yağ asitlerinin ilk çift bağı ise 9. karbon atomundadır (Konukoğlu, 2008).

Çizelge 2.4. Bazı doymamış yağ asitlerinin omega grupları (Christie, 1989)

Yağ Asidi (Yaygın adı)	Omega grubu
Palmitoleik asit	ω-7
Oleik asit	ω-9
Erusik asit	ω-9
Nervonik asit	ω-9
Linoleik asit	ω-6
γ-Linoleik asit	ω-6
α-Linolenik asit	ω-3
Araşidonik asit	ω-6
Timnodoik asit (EPA)	ω-3
Klupanodonik asit (DHA)	ω-3

Tekli doymamış yağ asitleri 10-30 arasında karbon atomu içerirler. Genellikle 16, 18, 22 karbon atomu içeren tekli doymamış yağ asitleri daha yaygın bulunurlar. Tekli doymamış yağ asitlerinin genel kimyasal formülü “ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ ” şeklindedir (Christie, 1989). Tekli doymamış yağ asitleri genellikle bitkisel yağlarda

bulunurlar. MUFA'nın en önemli iki üyesi palmitoleik asit (C16:1) ve oleik asittir (C18:1). Palmitoleik asit daha çok deniz canlılarının yağlarında bulunur. Oleik asit, bütün hayvansal ve bitkisel yağlarda doğal olarak bulunur. Oleik kelimesi, oleik asit bakımından oldukça zengin olan zeytinyağından gelmektedir. Oleik asit, zeytinyağında (% 60-80), badem yağında (% 60-70), kabuklu yemişlerin (findık, kaju, antep fıstığı vb) yağında (% 55-75), kanola yağında, yerfıstığı yağında, ayçiçeği ve aspir yağlarında bol miktarda bulunur (Gunstone, 1996).

Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) 18-20 arasında karbon atomu ve 2-4 adet çift bağ içerirler. Çoklu doymamış yağ asitlerinin genel kimyasal formülü " $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_x(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ " şeklindedir (Christie, 1989). Çoklu doymamış yağ asitlerinin en önemli iki grubu $\omega 3$ ve $\omega 6$ grubu yağ asitleridir. Esansiyel yağ asitleri olan linoleik, α -linolenik ve araşidonik asit ω -3 ve ω -6 grubu yağ asitleridir. ω -3, ω -6 ve ω -9 grubu yağ asitleri insan sağlığı için oldukça önemli yağ asitleridir. Bu grup yağ asitlerinin beyin gelişimi, bağışıklık sisteminin güçlenmesi, koroner kalp hastalıklarının önlenmesi gibi önemli fonksiyonları bulunmaktadır (Eseceli ve ark., 2006).

Linoleik asit (C18:2 ω -6), çoklu doymamış yağ asitlerinin en yaygın bulunan yağ asididir. Birçok hayvan ve bitki dokusunda bulunur. Normal büyüme, üreme ve sağlıklı gelişim için önemli bir yağ asididir. Bütün bitkisel yağlarda bulunur. Aspir yağında % 55-80, ayçiçeği yağında % 20-75, kanola yağında % 10-30, soya yağında % 45-60 oranında bulunur (Gunstone, 1996).

Araşidonik asit (C20:4 ω -6), hücre zarındaki fosfolipitlerin yapısında bulunan önemli bir yağ asididir. Beyin, kas ve karaciğer dokularında bol miktarda bulunur. Araşidonik asit, linoleik asitten sentezlenir. Sindirim, üreme ve bağışıklık sistemi için önemli olan eikozanoidler, araşidonik asitten sentezlenir. Eikozanoidler vücutta depolanmaz ve ihtiyaç doğrultusunda sentezlenirler (Anonim, 2017f).

α -Linolenik asit (C18:3 ω -3), lipidlerin önemli bileşenlerindendir. Keten tohumu yağında % 50-60, soya yağında % 4-11, kanola yağında % 5-15 oranlarında bulunur. İnsan vücudunda α -Linolenik asit, EPA'ya dönüştürülür. Omega-3 serisi yağ asitlerinin en önemlileri EPA (Eikosapentaenoik asit, C20:5, ω -3) ve DHA (Dokosaheksaenoik asit, C22:6, ω -3) yağ asitleridir. EPA ve DHA özellikle denizel organizmalarda bol miktarda bulunur. DHA, retina ve beyindeki fosfolipitler için önemli bir yağ asididir. Beyindeki

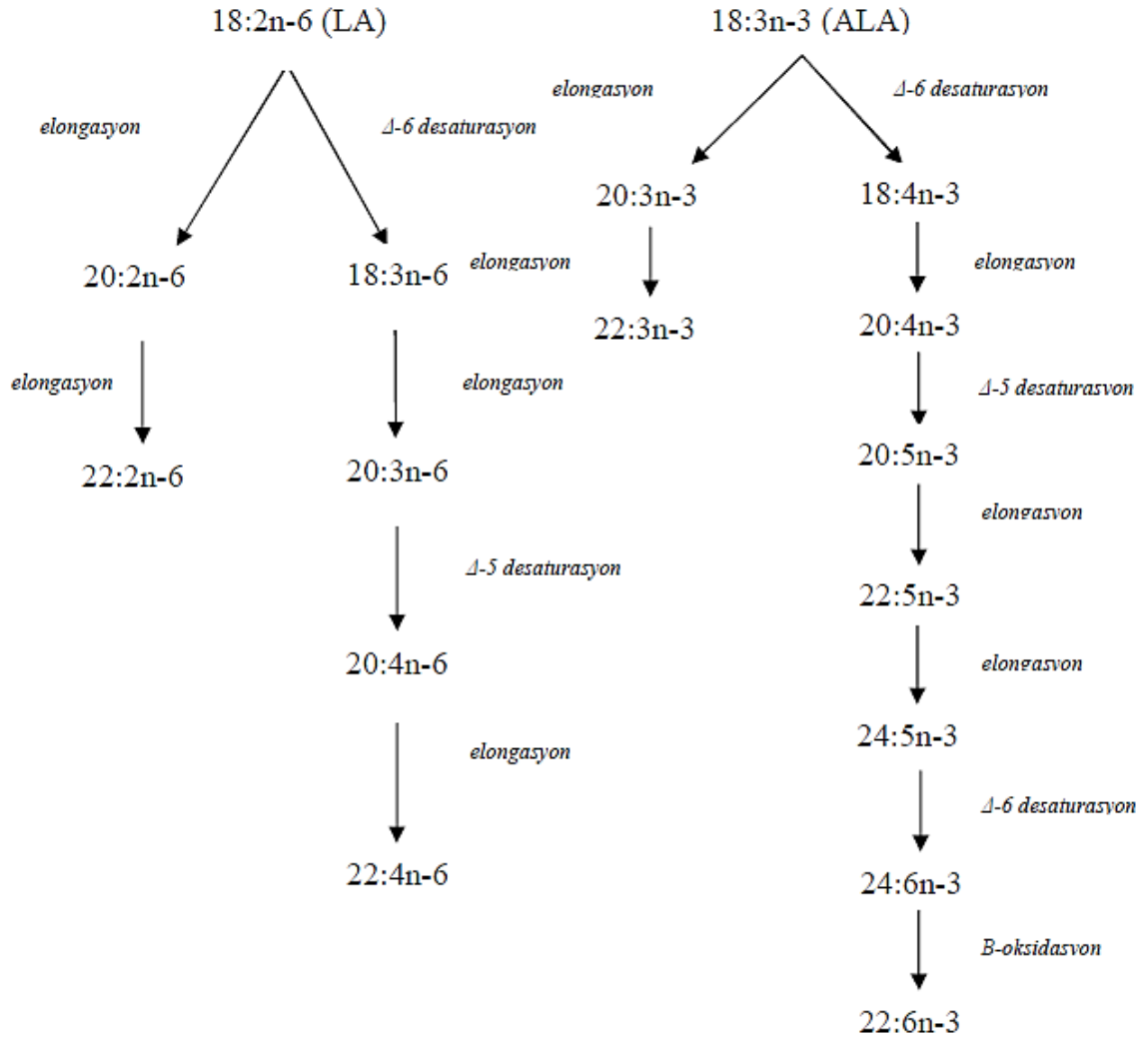
PUFA'ların % 40'nı, retinadaki PUFA'ların % 60'nı DHA oluşturmaktadır. EPA ve DHA, yağlı balıklarda, balık yağında, fitoplankterlerde ve anne sütünde önemli miktarda bulunurlar (Anonim, 2017f).

2.5.2. Balıklarda Yağ Asitleri

Balıklar, esansiyel yağ asitlerini dışarıdan almak zorundadır. Deniz balıkları esansiyel yağ asitleri ihtiyacını EPA, DHA, linoleik ve linolenik asit bakımından zengin olan alg ve fitoplankton tarafından sağlarlar. Kültür balıklarında esansiyel yağ asitleri yem ile birlikte verilmektedir. Kültür balıkları için yemde bulunan yağ kaynakları, balıklar için gerekli olan enerjinin ve esansiyel yağ asitlerinin tek kaynaklarıdır (Sargent ve ark., 2002).

Deniz ve tatlı su türlerinin esansiyel yağ asidi ihtiyaçları birbirinden farklıdır. Deniz balıkları omega-3 serisi 20 ve üzeri karbonlu yağ asitlerine daha çok ihtiyaçları varken tatlı su balıkları ise 20 ve üzeri karbonlu omega-3 serisi yağ asitleri ile birlikte omega-6 yağ asitlerinde ihtiyaç duyarlar. Salmonlar gibi soğuk suda yaşayan tatlı su balıkları daha çok linolenik aside, tilapia gibi ılıman sularda yaşayan tatlı su balık türleri daha çok linoleik aside, sazan gibi sıcak suda yaşayan tatlı su balıkları ise hem linoleik aside hem de linolenik aside ihtiyaç duyarlar (Tocher, 2010). Esansiyel yağ asitlerinin yeterli düzeyde olması, iyi bir büyüme ve yemden yararlanma oranı sağlarken yemdeki proteinden de önemli ölçüde tasarruf edilmesini sağlamaktadır (Sargent ve ark., 1999).

Tüm omurgalılarda olduğu gibi balıklarında normal büyüme, gelişim ve üreme için PUFA'lardan linoleik, linolenik, araşidonik, eikosapentaenoik ve dokosaheksaenoik yağ asitlerine ihtiyaçları vardır. Balıklar linoleik ve linolenik yağ asitlerini sentezleyemezler. Balıklar yemdeki linoleik yağ asidini, araşidonik aside, linolenik yağ asidini ise EPA ve DHA yağ asitlerine dönüştürme yeteneklerine sahiptir. Deniz balıkları ve tatlı su balıklarının yağ asitlerini dönüştürme kabiliyetleri birbirinden farklıdır (Tocher, 2003). Linoleik ve linolenik asitleri elongasyon (zincir uzması) ve desaturasyon (karbon sayısı artırımı) ile 20 ve üzeri karbonlu PUFA'lara dönüştürülür. $\Delta 6$ desaturasyon enzimi, linoleik asidi ($18:2\omega-6$) $18:3\omega-6$ yağ asidine, linolenik asidi ($18:3\omega-3$) $18:4\omega-3$ yağ asidine dönüşümünden sorumludur. Oluşan her iki yağ asidi elongasyonun ardından $\Delta 5$ desaturasyon enzimi aracılığıyla $20:4\omega-6$ ve $20:5\omega-3$ yağ asitlerine dönüştürülür. DHA ($22:6\omega-3$) yağ asidi ise daha ileriki elongasyon, desaturasyon ve kısa zincir tepkimelerle oluşturulur (Sargent ve ark., 2002) (Şekil 2.21).



Şekil 2.21. Linoleik asit ve α -linolenik asitlerinin zincir uzaması (*elongasyon*) ve karbon sayısı artırımı (*desaturasyon*) (Tocher, 2003)

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Yağlar ve yağların yapı taşları olan yağ asitleri, proteinlerle birlikte balıkların başlıca organik bileşiklerindendir. Yağ ve yağ asitlerinin önemli görevlerinden biri, balıklarda büyüme, üreme ve göç gibi aktivitelerde metabolik enerji sağlamaktır (Tocher, 2003). Su ürünleri yetiştiriciliğinde balıkların yağ ihtiyacının karşılanması için balık yemlerinde kullanılan en önemli yağ kaynağı, balık yağıdır. Son yıllarda yetiştiricilik yoluyla üretimin artması nedeniyle balık yağına olan talep de artmıştır. Balık yağı üretiminin avcılığa dayalı olması sebebiyle üretim miktarı yıllar içerisinde azalmıştır. Balık yağı üretimindeki azalışla birlikte fiyatındaki artış, balık yemi üreticilerini alternatif yağ kaynaklarının kullanımına yöneltmiştir. Son zamanlarda balık yağı yerine bitkisel yağların kullanımı ve etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar da hız kazanmıştır (Torstensen ve ark., 2000; Tocher ve ark., 2001; Caballero ve ark., 2002; Turchini ve ark., 2003; Francis ve ark., 2006; Francis ve ark., 2007a; Francis ve ark., 2007b; Turchini ve ark., 2011; Moghaddam ve ark., 2013). Bitkisel yağlar kolay elde edilebilirliği ve fiyat bakımından balık yağına göre daha ekonomik ve istikrarlı olmaları nedeniyle balık yemlerinde alternatif yağ kaynağı olarak tercih edilmektedir (Izquierdo ve ark., 2003).

Deniz ve tatlı su balığı türlerinde bitkisel yağı değerlendirmede farklılıklar bulunmaktadır. Tatlı su türlerinde, bazı bitkisel yağ kaynaklarının (soya, kanola, keten tohumu yağı vb) büyüme ve yem değerlendirme üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Caballero ve ark., 2002; Turchini ve ark., 2003; Francis ve ark., 2006). Deniz balıklarında ise belirli bir oranın (% 80 ve üzeri) üzerindeki bitkisel yağ kullanımının, büyümeyi olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Izquierdo ve ark., 2005; Montero ve ark., 2008; Torrecillas ve ark., 2017). Yine bu çalışmalarda yemlere katılan yağların yağ asidi içeriğinin, balık etindeki yağ asidi profilini etkilediği bildirilmiştir. Deniz balıkları ile tatlı su balıklarının yağ asitleri ihtiyaçları da birbirinden farklılık göstermektedir. Tatlı su balık türleri daha çok 18 karbon atomlu çoklu doymamış yağ asitlerine ihtiyaç duyarlar. Deniz balıkları ise 20 ve üzeri karbon atomlu çoklu doymamış yağ asitlerine ihtiyaç duyarlar (Sargent ve ark., 2002). Deniz balıkları için ARA, EPA ve DHA yağ asitleri önemli esansiyel yağ asitleridir. Deniz balıklarının, bitkisel yağlarda bulunan linoleik ve linolenik yağ asitlerini, ARA, EPA ve DHA yağ asitlerine dönüştürme yetenekleri düşüktür. Bu nedenle bitkisel yağlar, deniz balıklarının yemlerinde tek başına kullanılmamaktadır (Henderson, 1996; Tocher, 2010).

3.1. Tatlı Su Balıklarında Bitkisel Kaynaklı Yağların Kullanımı

Balıklarda büyüme, gelişme ve üreme için özellikle EPA, DHA başta olmak üzere 20 ve üzeri karbon atomlu çoklu doymamış yağ asitleri oldukça önemlidir. Tatlı su balıkları genellikle esansiyel yağ asitleri ihtiyacını, linoleik ve linolenik yağ asitlerini dönüştürerek karşılayabilmektedir. Salmonlar da dahil birçok tatlı su balığı türü, α -linolenik asidi, EPA ve DHA yağ asitlerine, linoleik asidi ise araşidonik yağ asidine dönüştürebilmektedir (Bell ve ark. 2001, Sargent ve ark. 2002).

Bitkisel yağlar, genellikle 18 karbonlu doymamış yağ asitleri (özellikle oleik asit, linoleik asit ve α -linolenik asit) bakımından zengindir. Bitkisel yağların, balık yağı yerine kısmen yada tamamen kullanılabilir olduğu birçok çalışma tarafından kanıtlanmıştır (Torstensen ve ark., 2000; Caballero ve ark., 2002; Brandsen ve ark., 2003; Pettersson ve ark., 2010).

Nematipour ve Gatlin (1993)'nın hibrit çizgili levrek (*Morone chrysops* ♀ × *M. saxatilis* ♂) yeminde farklı yağ kaynaklarının (Hindistan cevizi yağı, zeytinyağı, aspir yağı, keten tohumu yağı ve ringa balık yağı) kullanımının büyüme ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, deneme yemlerinde % 5 oranında balık yağı yerine farklı yağ kaynakları kullanılmıştır. 4 g ağırlığındaki balıklar 8 hafta süresince hazırlanan yemlerle beslenmişlerdir. Çalışma sonunda en düşük büyüme değerlerine Hindistan cevizi yağı ile beslenen grupta, en iyi büyüme değerlerine ise ringa balık yağı ile beslenen grupta ulaşılmıştır. Sonuç olarak, hibrit çizgili levrekte optimum büyüme performansı için EPA ve DHA gibi omega-3 serisi yağ asitlerinin çok önemli olduğu bildirilmiştir. Benzer bir sonuç, Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yeminde balık yağı yerine kömür balığı (*Pollachius virens*) karaciğer yağı, keten tohumu yağı ve aspir yağı kullanılan bir çalışmada elde edilmiştir. Çalışmada 17 gr ağırlığındaki balıklar 9 hafta boyunca beslenmiştir. Çalışma sonunda, gökkuşluğu alabalığı yeminde kömür balığı karaciğer yağı ve keten tohumu yağı gibi omega-3 yağ asitleri bakımından zengin yağ kaynaklarının, aspir yağı gibi omega-6 yağ asidi bakımından zengin yağ kaynaklarından daha çok kullanılabileceği bildirilmiştir (Kiron ve ark. 2004).

Guillo ve ark. (1995) kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*) juvenillerinde bitkisel (soya yağı ve kanola yağı) ve hayvansal yağ (ringa balığı yağı) kullanımının büyüme ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada % 100 soya yağı, % 100 kanola yağı ve % 100 ringa yağı içeren yemler hazırlanmıştır. Ortalama

12°C su sıcaklığında, ağırlıkları 41.5 g olan balıklar deneme yemleriyle günde 3 öğün beslenmişlerdir. Çalışma sonunda, büyüme oranı ve yem değerlendirme oranı değerlerinde gruplar arasında önemli bir farklılığın olmadığını bildirmişlerdir. Hazırlanan yemlerdeki doymuş ve doymamış yağ asitleri miktarlarının farklı olmasına rağmen balık etindeki miktarların dengeli ve birbiriyle benzer miktarlarda olduğunu bildirmişlerdir.

Torstensen ve ark. (2000)'nın Atlantik salmonu (*Salmo salar*) yeminde kapelin yağı, ayçiçek ve palm yağı kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada % 100 kapelin, % 50-50 kapelin-ayçiçek yağı, % 100 ayçiçek yağı ve % 100 palm yağı içeren 4 farklı yem hazırlanmış ve 1.5 kg ağırlığındaki balıklar 21 hafta boyunca bu yemlerle yemlenmişlerdir. Çalışma sonunda en yüksek yem değerlendirme oranına palm yağı içeren grupta (1.04) elde edildiğini ve balık kas dokusundaki en yüksek toplam ω -6 yağ asidi miktarını palm yağı içeren grupta (51.1 mg/g), en yüksek toplam ω -3 yağ asidi miktarını kapelin yağı içeren grupta (141.0 mg/g) elde edildiğini bildirmiştir.

Caballero ve ark. (2002), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yeminde balık yağı yerine en az %50 oranında olmak üzere farklı oranlarda bitkisel yağlardan soya, kolza, palm ve zeytinyağı, hayvansal yağlardan kapelin, hamsi ve domuz yağı kullanımının büyüme, yağ sindirimi, kas dokusu ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada ortalama ağırlıkları 250 g olan balıklar 64 gün süreyle beslenmiştir. Çalışma sonunda, büyüme ve yemden yararlanma ile ilgili yapılan değerlendirme sonucunda balık yağı yerine çalışmada kullanılan alternatif yağların yemlerde farklı oranlarda (% 80-90) kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Balık etindeki yağ asidi kompozisyonu bakımından bitkisel yağ oranı fazla olan yem ile beslenen gruplarda linoleik asit miktarının fazla, DHA ve toplam ω -3 yağ asidi miktarının ise düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Brandsen ve ark. (2003), % 0, 4, 10, 20, 40 ve 100 oranlarında ayçiçek yağının, balık yağı yerine kullanılarak hazırlanan yemlerle 63 gün boyunca beslenen ortalama 21.7 g ağırlığındaki Atlantik salmonlarında (*Salmo salar* L.), büyüme performansı ve doku yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, yemlerdeki ayçiçeği yağının büyüme performansını etkilemediğini bildirmişlerdir. % 40'ın üzerinde ayçiçek yağı kullanımının, dokularda biriken DHA yağ asidinin önemli miktarda azalttığını saptamışlardır. Sadece balık yağı içeren yemle beslenen grupta DHA miktarı % 14.0 iken,

bu değer % 100 ayçiçek yağı içeren yemle beslenen grupta % 8.00'e düşmüştür. Sonuç olarak; doku yağ asidi profilindeki, DHA, EPA ve toplam omega-3 yağ asidi miktarlarının azalması rağmen büyüme performansında önemli değişimler olmadığından Atlantik salmonu yeminde, ayçiçeği yağının balık yağına alternatif olabileceğini bildirmişlerdir.

Kahverengi alabalık (*Salmo trutta* L.) yeminde balık yağına alternatif olarak farklı yağ kaynaklarının (kanola yağı, olein yağı, kanatlı yağı ve domuz yağı) araştırıldığı bir çalışmada, 58.4 g ağırlığındaki balıklar, 14.6°C su sıcaklığında 70 gün süreyle hazırlanan yemlerle beslenmişlerdir. Çalışma sonunda en iyi yem tüketiminin kanatlı yağı içeren yemle beslenen grupta, en iyi ağırlık kazancının (% 78.6) ve spesifik büyüme oranının (% 0.83) ise balık yağı içeren yem ile beslenen grupta olduğu tespit edilmiş ve kahverengi alabalıklarda, yem tüketiminin ve büyümenin olumsuz etkilenmeden balık yağı yerine, alternatif yağ kaynaklarının kullanılabilceği bildirilmiştir (Turchini ve ark., 2003).

Francis ve ark. (2006)'nın Murray morina balığı (*Maccullochella peelii peelii*) yeminde balık yağı yerine farklı oranlarda kanola yağı (% 0, 50 ve 100) ve keten tohumu yağı (% 0, 50 ve 100) kullandıkları çalışmada, 6.45 g ağırlığındaki balıkları 22 °C'de 84 gün süresince günde 2 kez beslemişlerdir. Çalışma sonunda yem değerlendirme oranı (0.71-0.80) bakımından farkın önemli olmamasına rağmen deneme sonu ağırlık bakımından grupların arasındaki farkın önemli olduğu en yüksek değerin % 100 balık yağı içeren yemle beslenen grupta (30 g), en düşük büyümenin ise % 100 keten tohumu yağı içeren yemle beslenen grupta (23.3 g) elde etmişlerdir. Balık kas dokusundaki yağ asitleri kompozisyonu açısından EPA (37.7 mg/g), DHA (126.8 mg/g) ve ARA (23.2 mg/g) değerlerini en yüksek % 100 oranında balık yağı içeren yemle beslenen grupta elde edildiğini ve % 100 keten tohumu yağı içeren yemle beslenen grupta α -linolenik asit miktarının (107.1 mg/g), % 100 kanola yağı içeren yemle beslenen grupta linoleik asit (83.1 mg/g) miktarının yüksek olduğu bildirilmiştir.

Murray morina balığı (*Maccullochella peelii peelii*) yavruları için hazırlanan yemde balık yağı yerine % 0, 25, 50 ve 100 oranlarında kanola yağı ve keten tohumu yağı kullanımının, büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. 20-21 gr ağırlığındaki balıklar 112 gün boyunca hazırlanan yemlerle beslenmiştir. Çalışma sonunda hem kanola yağı hem de keten tohumu yağı miktarı arttıkça büyümede gerileme olduğu, ancak yem değerlendirme oranı, protein etkinlik oranı ve net protein verimliliği değerleri üzerine herhangi bir olumsuz etkinin olmadığı

bildirilmiştir. Yemlerin yağ asidi kompozisyonun, balık eti ve karaciğerdeki yağ asidi kompozisyonunu etkilediği, oleik asit ve linoleik asit miktarlarının yemdeki kanola yağı miktarı ile, α -linoleik asit miktarının da keten tohumu yağı miktarı ile doğru orantılı olarak arttığını, omega-3 serisi yağ asitleri miktarının ise bitkisel yağların oranı arttıkça azaldığı bildirilmiştir. Sonuç olarak, Murray morina balığı yeminde balık yağı yerine % 100 oranında bitkisel yağların (kanola ve keten tohumu yağları) kullanılabileceği bildirilmiştir (Francis ve ark., 2007a).

Francis ve ark. (2007b)'nın Murray morina balığı (*Maccullochella peelii peelii*) yeminde balık yağı yerine % 0, 25, 50, 75 ve 100 oranında bitkisel karışım yağının (% 12 zeytinyağı, % 43 palm yağı ve % 45 keten tohumu yağı) kullanımı araştırdıkları çalışmada, 14 g ağırlığındaki balıkları 98 gün boyunca günde 2 kez hazırlanan yemlerle yemlemişlerdir. Çalışma sonunda, deneme sonu ağırlığı en yüksek % 100 balık yağı içeren grupta (62.3g), en düşük değerin ise % 100 bitkisel yağ karışım içeren grupta (49.9 g) elde edildiğini ve bitkisel karışım miktarı arttıkça büyümenin olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir. Balık kas dokusundaki EPA (9.6-37.9 mg/g), DHA (38.9-121.9 mg/g) ve ARA (2.5-8.4 mg/g) yağ asitleri miktarının bitkisel yağ karışım oranı arttıkça, azaldığını bildirmişlerdir.

Blanchard ve ark. (2008)'nin tatlı su levreği (*Perca fluviatilis*) yeminde, morina karaciğer yağı, morina karaciğer-aspir yağı (2:1), morina karaciğer-keten tohumu yağı (2:1) ve morina karaciğer-aspir-keten tohumu yağı (1:1:1) kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. 43 g ağırlığındaki balıklar 76 gün boyunca 22.9 °C'de günde 3 kez hazırlanan yemlerle yemlenmişlerdir. En yüksek deneme sonu ağırlık (106.6 g) ve spesifik büyüme oranı (% 1.19) morina karaciğer-aspir yağı içeren yemle beslenen grupta elde etmişlerdir. Balık kas dokusundaki en yüksek linoleik asit miktarı morina karaciğer-aspir-keten tohumu yağı içeren grupta (% 23.79), en yüksek linoleik asit miktarı morina karaciğer-keten tohumu yağı içeren grupta (% 12.06), en yüksek EPA ve DHA yağ asitleri miktarı ise morina karaciğer yağı içeren grupta (% 7.35 ve % 17.25) elde edildiği bildirilmiştir.

Dernekbaşı (2008)'nin yapmış olduğu çalışmada, farklı oranlarda kanola yağı içeren (% 0, 25, 50, 75, 100) yemlerin gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) büyüme performansı, biyokimyasal kompozisyon ve yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada ağırlıkları 119 g olan balıklar 70 gün deneme

yemleriyle beslenmişlerdir. Araştırma sonunda, kanola yağı kullanımının büyüme performansı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Çalışma sonunda, gökkuşağı alabalığı yeminde, büyüme performansı ve yağ asitleri kompozisyonu üzerine herhangi bir olumsuz etki olmadan, balık yağının tamamının kanola yağı ile değiştirilebileceği bildirilmiştir.

Huang ve ark. (2008), Chinook salmonda (*Oncorhynchus tshawytscha*) kanola yağının, hamsi ve kanatlı yağı karışımı yerine kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada % 0, 33, 67 ve 100 oranlarında kanola yağı içeren yemler hazırlanmış ve 0.80 g'lık balıklar 30 hafta boyunca deneme yemleriyle beslenmişlerdir. Balıklar ilk 10 hafta günde 6 kez, ikinci 10 hafta günde 4 kez, son 10 hafta ise günde 3 kez yemlenmiştir. Çalışma sonunda, büyüme oranı, yem tüketimi, yem değerlendirme oranı, protein verimliliği ve yaşama oranı üzerine farklı oranlarda kanola yağı kullanımının herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Yemdeki yağ asidi profilinin, balık etindeki yağ asidi profili ile doğrudan ilişkili olduğu ve yemdeki kanola yağı oranının, araşidonik asit ve DHA yağ asidi miktarında önemli bir değişikliğe neden olmadığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, Chinook salmon yeminde balık yağı yerine % 100 oranında kanola yağının kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Grant ve ark. (2008) Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) yeminde kanola yağı kullanımı araştırmışlardır. Çalışmada % 0, 11, 22, 33, 43 ve 54 oranlarında kanola yağı içeren yemler hazırlanmış ve 11 g ağırlığındaki balıklar 104 gün boyunca bu yemlerle yemlenmişlerdir. Çalışma sonunda kanola yağının büyüme performansına herhangi bir etkisi olmadan balık yağı yerine kullanılabileceği, kanola yağı oranı arttıkça oleik asit, linoleik asit miktarının arttığı, DHA ve EPA yağ asidi miktarlarının ise azaldığı bildirilmiştir.

Kaya (2010)'nın Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yeminde farklı oranlarda prina yağının (% 0, 33, 66, 100) kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisini incelediği çalışmada, 94 gr ağırlığındaki balıkları 60 gün süreyle günde 2 kez doyana kadar yemlemiştir. Çalışma sonunda, canlı ağırlık artışı (% 156-160), spesifik büyüme oranı (% 1.52-1.62), yem değerlendirme oranı (0.89-0.99) bakımından prina yağının herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığını bildirmiştir.

Pettersson ve ark. (2010), Alp alabalığı (*Salvelinus alpinus*) yeminde palm ve kanola yağı kullanımının farklı sıcaklıklarda yüzme performansı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada % 100 balık yağı, % 75 kanola yağı ve % 75 kanola yağı ve palm yağı karışımı içeren 3 farklı yem kullanmışlardır. Ağırlıkları 55 g olan balıkları 14 hafta boyunca deneme yemleriyle beslemişlerdir. Araştırma sonucunda gruplar arasında büyüme performansı bakımından bir fark olmadığını tespit etmişlerdir. Balık etindeki yağ asidi profili bakımından, bitkisel yağ içeren yemlerle beslenen balıklarda, balık yağı içeren yem ile beslenen balıklara göre DHA ve EPA miktarlarında azalma, linoleik asit ve oleik asit miktarlarında ise artış olduğu bildirmiştir.

Bayır (2011) balık yağının tamamı yerine farklı yağ kaynaklarının (soya lesitini, oleik asit ve keten tohumu yağı) kahverengi alabalıkta (*Salmo trutta*) büyüme ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmıştır. 1.4 g ağırlığındaki balıklara 9.6°C su sıcaklığında 8 hafta boyunca ağırlıklarının % 2.6'sı oranında yem verilmiştir. Çalışma sonunda en düşük büyüme oranı (% 192.29) ve spesifik büyüme oranını (% 1.91) oleik asit içeren yem ile beslenen grupta elde edildiğini ve balık kas dokusundaki en yüksek toplam ω -6 PUFA miktarının soya lesitini ile beslenen grupta (% 19.38), en yüksek ω -3 PUFA miktarının ise keten tohumu yağı ile beslenen grupta (% 54.67) tespit edildiğini bildirmiştir.

Güler ve Yıldız (2011)'ın Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yeminde balık yemi yerine farklı oranlarda (% 0, 25, 50, 75 ve 100) pamuk tohumu yağı kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Başlangıç ağırlığı 89 g olan balıklar, ortalama 10°C su sıcaklığında 60 gün boyunca günde 2 kez hazırlanan yemlerle yemlenmişlerdir. Çalışma sonunda, en iyi deneme sonu ağırlığı (151.6 g) ve en düşük yem değerlendirme oranı (1.3) % 50 oranında pamuk tohumu yağı içeren yemle beslenen grupta elde ettiklerini belirtmişlerdir. Yemdeki pamuk tohumu yağı oranı arttıkça, balık etindeki EPA (% 0.18-0.32) ve DHA (% 3.1-14.0) yağ asitlerinin azaldığını, linoleik asit miktarının (% 11.3-29.4) ise arttığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak, gökkuşluğu alabalığı yeminde, balıkların büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine herhangi bir olumsuz etkinin olmadan balık yağının % 50 oranında pamuk tohumu yağı ile değiştirilebileceğini bildirmişlerdir.

Hazar alabalığında (*Salmo trutta caspian*) büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi amaçlayan bir çalışmada, tuna balık yağı ve bitkisel yağ karışımından (% 85 kanola yağı, % 15 soya yağı) oluşan iki farklı yağ kaynağı ile iki farklı yağ düzeyine (düşük düzey % 10 ve yüksek düzey % 20) sahip 4 farklı yem hazırlanmış ve 10 g ağırlığındaki balıklar 60 gün boyunca bu hazırlanan yemlerle beslenmiş. Çalışma sonunda, en iyi ağırlık kazancının düşük (% 55.3) ve yüksek (% 62.3) bitkisel yağ karışımı kullanılan gruplarda elde edildiği ve bitkisel yağ karışımı içeren yemlerle beslenen gruplarda toplam ω -6 yağ asidi miktarının (% 19.1-21.8) yüksek, toplam ω -3 yağ asidi miktarlarının (% 8.6-10.2) ise düşük olduğu bildirilmiştir (Kenari ve ark., 2011).

Kahverengi alabalık (*Salmo trutta*) yeminde yağ kaynağı olarak ringa balık yağı, fındık yağı, soya-keten tohumu yağı karışımı (1:1) ve soya lesitini kullanılan bir çalışmada, 1 g ağırlığındaki balıklar 13°C su sıcaklığında 6 hafta boyunca günde 4 kez hazırlanan yemlerle beslenmişlerdir. En iyi ağırlık kazancı (% 317) ve spesifik büyüme oranı (% 2.6) soya-keten tohumu yağı karışımı içeren yemle beslene grupta elde edildiği ve balık kas dokusundaki linoleik asit miktarını en yüksek (% 33.69) soya lesitini ile beslenen grupta, en yüksek linolenik asit miktarını ise (% 15.91) soya-keten tohumu yağı karışımı ile beslenen grupta elde edildiği bildirilmiştir (Arslan ve ark., 2012).

Twibell ve ark. (2012)'nın Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) yeminde denizel ve karasal protein kaynaklı iki farklı yemde balık yağı yerine kanola-keten tohumu yağı karışımı (% 67 kanola yağı, % 33 keten tohumu yağı) kullandıkları çalışmada, 7.5 g ağırlığındaki balıkları 15 hafta boyunca beslemişlerdir. Çalışma sonunda, en iyi ağırlık kazancının denizel protein ve balık yağı kullanılan yem ile beslenen grupta (% 375.5), en düşük ağırlık kazancı ise karasal protein ve bitkisel yağ karışımı içeren yem ile beslenen grupta (% 193.0) elde ettiklerini belirtmişlerdir. Balık kas dokusu en yüksek toplam ω -6 PUFA miktarı karasal protein ve bitkisel yağ karışımı içeren grupta (% 15.99), en yüksek toplam ω -3 PUFA miktarı ise denizel protein ve balık yağı içeren grupta (% 27.40) elde etmişlerdir. Sonuç olarak, Coho salmon yeminde balık ununun ve balık yağının ayrı ayrı yada ikisinin birden tamamının yerine alternatif protein ve yağ kaynaklarının kullanımının büyüme performansı üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı ancak balık kas dokusunda değişikliğe neden olduğu bildirilmiştir.

Dernekbaşı ve ark. (2015) gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yeminde, aspir ve kanola yağlarını alternatif yağ kaynağı olarak kullanmışlardır. % 0, 33, 50 oranlarında aspir yağı ve % 66 oranında bitkisel karışımın (aspir ve kanola yağı) balık yağı ile karıştırılarak hazırlanan yemlerle, ortalama ağırlıkları 97 g olan balıklar 45 gün süreyle yemlenmiştir. Çalışma sonunda ağırlık kazancı, spesifik büyüme oranı, yem değerlendirme oranı ve protein etkinlik oranı değerlerinin gruplar arasındaki farkının önemli olmadığı, aspir yağının % 50 oranında, aspir-kanola bitkisel karışımının % 66 oranında balık yağı yerine kullanımının büyüme herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Ustaoglu ve ark. (2016)'nın Rus mersin balığı (*Acipenser gueldenstaedtii*) yeminde balık yağı yerine % 50 oranında aspir ve kanola yağı kullanarak 2 farklı yem hazırladıkları çalışmada, 200 g ağırlığındaki balıkları 15 hafta boyunca günde 2 kez beslemişlerdir. Çalışma sonunda deneme sonu ağırlık (kanola yağı içeren grupta 296.10 ve aspir yağı içeren grup 281.33) ve yem değerlendirme oranı bakımından (kanola yağı içeren grupta 1.05 ve aspir yağı içeren grupta 1.21) gruplar arasında farkın önemli olmadığını bildirmişlerdir. Balık kas dokusundaki en yüksek toplam ω -6 PUFA miktarı aspir yağı içeren grupta (% 24.90) ve gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu, toplam ω -3 PUFA miktarının ise her iki grupta benzer (% 14.96 ve % 14.10) bulunduğunu ve gruplar arasındaki farkın önemli olmadığını bildirmişlerdir.

Hixson ve ark. (2017) Atlantik salmonu (*Salmo salar*) yeminde, ketencik yağın ve kanola yağın alternatif yağ kaynağı olarak kullandıkları çalışmada, hazırlanan rasyondaki % 24 oranında olan balık yağı yerine % 19, 21.5 ve 23 oranında kanola ve ketencik yağlarını kullanmışlardır. Çalışmada 256 g ağırlığındaki balıkları 16 hafta boyunca hazırladıkları yemlerle beslemişlerdir. Çalışma sonunda büyüme performansı bakımından herhangi bir olumsuzluk olmadığı ve denemede kullanılan yağ kaynaklarının yemlerde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Kanola yağı içeren yemlerle beslenen balıklarda, etteki α -linolenik asit miktarının, diğer gruplardan yüksek olduğunu (% 12.7) tespit etmişlerdir. Kanola yağı içeren yemlerle beslenen balıklarda, etteki DHA miktarının (% 5.8-7.2), balık yağı içeren yemlerle beslenen balıklardaki miktarla (% 7.7) benzer olduğunu ve bunun da α -linolenik asidin, DHA yağ asidine sentezlenmesi ile sağlandığını bildirmişlerdir.

3.2. Deniz Balıklarında Bitkisel Kaynaklı Yağların Kullanımı

Deniz balığı türleri için ARA, EPA ve DHA yağ asitleri esansiyel yağ asitleridir. Deniz balıklarının, linoleik ve linolenik yağ asitlerini, ARA, EPA ve DHA yağ asitlerine dönüştürme yetenekleri kısıtlıdır. Bu durum, deniz balığı yemlerinde bitkisel yağların temel yağ kaynağı olarak kullanımını sınırlamaktadır. Bitkisel yağların, deniz balıklarının yeminde kullanımı, ancak balığın esansiyel yağ asitleri ihtiyacını karşılayacak düzeyde yağ asidi içerdiği takdirde mümkündür. Bu nedenle balık yağının ancak belirli bir düzeyinin (% 50-60'a kadar) bitkisel yağlarla değiştirilebilmesi önerilmektedir (Izquierdo ve ark., 2005).

Arzel ve ark. (1994)'nın, kahverengi alabalıklarda (*Salmo trutta*) yemdeki yağ miktarı ve farklı yağların büyüme performansı ve yağ asidi profili üzerine etkilerini inceldikleri çalışmada, 1.6 kg ağırlığındaki balıklar, hazırlanan 4 farklı yem ile (% 21 yağ oranı ve mısır yağı, % 21 yağ oranı ve morina karaciğeri yağı, % 29 yağ oranı ve mısır yağı, % 29 yağ oranı ve morina karaciğeri yağı) 110 gün boyunca yemlenmiştir. Çalışma sonunda, yüksek yağ oranı içeren yemlerle beslenen balıklarda daha iyi spesifik büyüme oranı ve yem değerlendirme oranı sağlandığı, yağ kaynağının ise büyüme performansı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı, fakat yağ asidi kompozisyonu üzerine özellikle tekli doymuş ve linoleik asit miktarları üzerinde değişime neden olduğu bildirilmiştir.

Bell ve ark. (2001) Atlantik salmonunda (*Salmo salar*), balık yağı yerine kolza yağı kullanımını araştırmışlardır. Balık yağı yerine % 0, 10, 25, 50 ve 100 oranlarında kolza yağı kullanılmış ve 17 hafta boyunca balıklar hazırlanan yemlerle beslenmişlerdir. Balıkların büyüme performansı ve yem değerlendirme oranı bakımından gruplar arasında önemli bir farklılık olmadığını tespit etmişlerdir. Balık etindeki oleik asit, linoleik asit ve α -linolenik asit miktarlarının kolza yağı miktarı ile doğru orantılı olarak arttığını, EPA ve DHA yağ asitlerinin ise azaldığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak, Atlantik salmonu yeminde, balık yağı yerine % 50 oranına kadar kolza yağı kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Bell ve ark. (2002), Atlantik salmonunda (*Salmo salar*), balık yağı yerine % 0, 25, 50 ve 100 oranlarında palm yağı kullanımının yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisini araştırmışlardır. 55 g ağırlığındaki balıklar 30 hafta boyunca hazırlanan yemlerle beslenmişlerdir. Deneme sonu ağırlık, spesifik büyüme oranı ve yem değerlendirme oranı bakımından gruplar arasında önemli bir fark olmadığını tespit etmişlerdir. Yemdeki palm

yağı miktarı arttıkça balık etindeki, palmitik asit, oleik asit, linoleik asit, doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri miktarlarının da arttığı, EPA miktarının ise azaldığını, DHA miktarının ise % 100 palm yağı kullanılan grupta önemli miktarda azaldığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, Atlantik salmonu yeminde, balık yağı yerine % 50 oranına kadar palm yağının kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Atlantik salmonunda (*Salmo salar*), balık yağı yerine kolza yağı kullanımının araştırıldığı bir çalışmada, % 0, 10, 25, 50 ve 100 oranlarında kolza yağı kullanılan yemlerle, 55 gr ağırlığındaki balıklar 16 hafta boyunca beslenmiştir. Kolza yağı kullanımının büyüme performansı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı ve balık etindeki oleik asit, linoleik asit ve α -linolenik asit miktarlarının, kolza yağı oranı arttıkça arttığı, EPA ve DHA yağ asitlerinin ise kolza yağı oranı arttıkça azaldığı bildirilmiştir (Bell ve ark., 2003).

Izquierdo ve ark. (2003), çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) yeminde balık yağı yerine soya, kolza ve keten tohumu yağı kullanımının büyüme performansı, yağ asidi kompozisyonu ve et kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada 5 farklı yem (balık yağı, % 60 soya yağı, % 60 kolza yağı, % 60 keten tohumu yağı ve % 60 soya, kolza ve keten tohumu yağı karışımı) hazırlanmış, balıklar haftada 6 gün, 3 öğün olmak üzere bu yemlerle beslenmişlerdir. Çipura çalışmasında 10 g ağırlığındaki balıklar 110 gün, levrek çalışmasında 7.5 g ağırlığındaki balıklar 89 gün süreyle beslenmişlerdir. İki çalışma sonunda da büyüme performansı üzerine herhangi bir olumsuz etki olmadan balık yağı yerine bitkisel yağların kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Izquierdo ve ark (2005), çipura (*Sparus aurata*) yeminde bitkisel yağların kullanımını araştırdıkları başka bir çalışmada, balık yağı yerine % 60 oranında soya yağı, kolza yağı, keten tohumu yağı ve % 80 oranında soya yağı ve keten tohumu yağı kullanılarak 5 adet deneme ve 1 adet % 100 balık yağı içeren kontrol yemi hazırlamışlardır. 85 g ağırlığındaki balıklar haftada 6 gün, 3 öğün olmak üzere 7 ay boyunca beslenmiştir. Çalışma sonunda % 60 oranında balık yağının yerine bitkisel yağ kullanımının büyümede herhangi bir olumsuz etki yapmadığını, ancak % 80 oranındaki değişimin büyümeyi olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.

Montero ve ark. (2005) levrekte balık yağı yerine % 60 oranında soya, kanola ve keten tohumu yağı ve % 80 oranında keten tohumu yağı kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada 75 g ağırlığındaki balıkları 8 ay boyunca beslemişlerdir. Çalışma sonunda, en yüksek deneme sonu ağırlığı (378 g) % 100 balık yağı içeren grupta, en düşük deneme sonu ağırlığı (356 g) % 60 kanola yağı içeren grupta elde edildiğini ve % 60 soya yağı ve % 60 keten tohumu yağının büyümeyi olumsuz etkilemediğini bildirmişlerdir. Balık kas dokusundaki EPA (% 1.52-4.37) ve DHA (% 2.53-5.92) yağ asitlerinin bitkisel yağ kullanılan yemle beslenen gruplarda, % 100 oranında balık yağı kullanılan yemle beslenen gruba göre daha düşük tespit etmişlerdir.

Levrek yeminde balık yağı yerine % 60 oranında kanola yağı, keten tohumu yağı ve zeytinyağı kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, 90 g ağırlığındaki balıklar 34 hafta hazırlanan yemlerle yemlenmişlerdir. Çalışma sonunda, deneme sonu ağırlık (404-442) ve spesifik büyüme oranı (% 0.61-0.65) bakımından gruplar arasındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiş ve balık kas dokusu bitkisel yağların kullanıldığı gruplarda toplam ω -6 PUFA miktarının (% 7.8-10.3) balık yağı kullanılan gruba göre daha yüksek olduğu (% 6.0), ancak toplam ω -3 PUFA miktarlarının ise bitkisel yağların kullanıldığı grupta (% 20.0-31.9), balık yağı içeren gruba (% 35.0) göre daha düşük olduğu bildirilmiştir (Mourete ve ark., 2005).

Çipura (*Sparus aurata*) yeminde soya ve keten tohumu yağlarının kullanıldığı bir çalışmada, 40 g ağırlığındaki balıklar 6 ay boyunca % 100 balık yağı, % 100 soya yağı, % 100 keten tohumu yağı ve % 50-50 soya ve keten tohumu yağı karışımı içeren yemlerle beslenmişlerdir. Spesifik büyüme ve yem değerlendirme oranı değerleri bakımından balık yağı içeren yemle beslenen grupta (% 1.25 ve 1.35), soya yağı (% 1.20 ve 1.70), keten tohumu yağı (% 1.16 ve 1.57) ve soya-keten tohumu yağı karışımının (% 1.19 ve 1.80) kullanıldığı gruplara göre en iyi değerlerin elde edildiği ve balık yağının tamamının bitkisel yağlarla değiştirilmesinin büyümeyi olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Montero ve ark. 2008).

Huang ve ark. (2007)'nin fangri mercan balığı (*Pagrus majör*) yeminde balık yağı yerine % 0, 33, 67 ve 100 oranında kanola yağı kullandıkları çalışmada, 3.6 g ağırlığındaki balıklar 84 gün boyunca beslenmiştir. Çalışma sonunda, mercan balığı

yeminde büyüme performansı üzerine herhangi bir olumsuz etki olmadan balık yağının tamamı yerine kanola yağı kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Fountoulaki ve ark. (2009) çipura (*Sparus aurata*) yeminde balık yağı yerine soya, palm ve kolza yağlarının kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. % 100 balık yağı ve balık yağı yerine % 69 oranında soya yağı, palm yağı ve kolza yağı içeren 4 farklı yem hazırlanmış ve 110 g ağırlığındaki balıklar 6 ay süresince bu yemlerle beslenmişlerdir. Çalışma sonunda, soya ve kolza yağının balık yağı yerine kullanımının büyüme performansına herhangi bir etkisinin olmadığını fakat palm yağının olumsuz etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. EPA, DHA ve araşidonik yağ asitlerinin bitkisel yağlarla beslenen gruplarda düşük olduğu, oleik asit ve linoleik asit miktarlarının ise yüksek olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak yağ asidi kompozisyonlarındaki değişime rağmen büyüme performansı göz önünde tutularak çipura yeminde balık yağı yerine % 69 oranında soya ve kolza yağlarının kullanılabileceği fakat palm yağının ise balık yağı yerine kullanılamayacağı bildirilmiştir.

Moghaddam ve ark. (2013) Kafkas alabalığında (*Salmo trutta caspius*) düşük (% 10) ve yüksek (% 20) yağ oranlarında orkinos yağı ve düşük (% 10) ve yüksek (% 20) yağ oranlarında soya-kanola yağı karışımı (% 85 kanola yağı, % 15 soya yağı) kullanımının etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada 10 g ağırlığındaki balıklar 60 gün boyunca farklı yağ kaynağı içeren yemlerle beslenmişlerdir. Çalışma sonunda, en iyi büyümenin yüksek oran kanola-soya yağı karışımı ve düşük oran soya-kanola yağı karışımı kullanılan yemlerle beslenen grupta, en düşük büyümenin ise düşük yağ oranı orkinos yağı kullanılan yemlerle beslenen grupta elde edildiğini ve Kafkas alabalığı yeminde bitkisel yağların balık yağı yerine kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Altundağ ve ark. (2014), kalkan balığı (*Psetta maxima*) yeminde aspir yağı kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, iki farklı yem (% 100 balık yağı ve % 100 aspir yağı) kullanılmış ve 62 g ağırlığındaki kalkan balıkları 104 gün boyunca bu yemlerle beslenmişlerdir. Çalışma sonunda, en iyi deneme sonu ağırlığı, yem değerlendirme oranı ve spesifik büyüme oranını % 100 aspir yağı kullanılan yem ile beslenen grupta elde etmişlerdir. İki grupta DHA yağ asidi ve omega-3 yağ asitleri miktarlarını benzer bulmalarına rağmen EPA ve araşidonik yağ asidi miktarları arasında önemli farklılıklar bulunduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak, büyüme performansı ve yağ asidi

kompozisyonuna herhangi bir olumsuz etki olmaksızın, kalkan balığı yeminde balık yağı yerine aspir yağının kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Torrecillas ve ark. (2017)'nin levrek yeminde balık unu yerine karasal protein kaynaklarının, balık yağı yerine kanola-keten tohumu-palm yağından oluşan (2:1:2) bitkisel yağ karışımı kullandıkları çalışmada, 9.78 g ağırlığındaki balıkları 90 gün boyunca günde 4 kez haftada 6 gün hazırladıkları yemlerle yemlemişlerdir. Çalışma sonunda, en iyi deneme sonu ağırlığın (58.9 g) ve spesifik büyüme oranı (% 2.04) balık unu ve yağı içeren grupta, en düşük deneme sonu ağırlığın (34.8 g) ve spesifik büyüme oranı (% 1.44) karasal protein kaynakları ve bitkisel yağ karışımı içeren yemle beslenen grupta elde edildiğini ve bitkisel yağ karışımı arttıkça balık kas dokusundaki toplam ω -6 miktarının (% 6.90-22.07) arttığını, toplam ω -3 miktarının (% 29.83-12.87) ise azaldığını bildirmişlerdir.

3.3. Karadeniz Alabalığı İle İlgili Bazı Çalışmalar

Çakmak ve ark. (2004), Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*)'nın yetiştiricilik performansını araştırmışlardır. Bu amaçla, Karadeniz alabalığının döl verim özellikleri, kuluçkahane orjinli yavruların tatlı su ve deniz suyunda büyüme performanslarının karşılaştırılması, smoltifikasyon süreçleri, besin kesesi tüketimi, larval aşamada yem tercihleri ve farklı biyokimyasal içerikli yemlerle beslemenin büyüme performansı üzerine etkileri araştırılmıştır. Karadeniz alabalığında farklı protein/yağ oranına (50/18, 48/18 ve 48/16) sahip yemlerle beslemenin büyüme performansı üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada 24.9 g ağırlığındaki balıklar, ortalama 13.4°C su sıcaklığında 8 hafta süresince beslenmiştir. Çalışma sonunda, en iyi deneme sonu ağırlık (63.89 g) ve spesifik büyüme oranı (% 1.69) 48/18 protein:yağ oranına sahip yemle beslenen grupta elde edildiği bildirilmiştir.

Başçınar ve ark. (2007) Karadeniz alabalığında (*Salmo trutta labrax*) yemleme sıklığının, büyüme performansı ve yem değerlendirme oranı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, 155.9 g ağırlığındaki balıklar, ticari alabalık yemi (HP % 45, HY % 20) ile günde bir öğün, iki öğün ve üç öğün olmak üzere 3 farklı sıklıkta yemlemişlerdir. Çalışma sonunda, en iyi deneme sonu ağırlık ve spesifik büyüme oranına günde 3 öğün yemleme sıklığında ulaşıldığı, en iyi yem değerlendirme oranına ise günde 1 öğün yemleme sıklığında ulaşılmasına rağmen en düşük büyümenin de bu grupta elde edildiği bildirilmiştir.

Kocabaş (2009), Türkiye’deki doğal alabalık (*Salmo trutta*) ekotiplerinin kültür şartlarında büyüme performansı ve morfolojik özelliklerini karşılaştırmıştır. Abant alabalığı, Dere alabalığı, Karadeniz alabalığı ve Anadolu alabalığı ekotiplerinin kullanıldığı çalışmada, aynı çalışmanın başka bir bölümü olan ve daha önce doğadan temin edilen anaçlardan elde edilen larvalar kullanılmıştır. 0.04-0.07 g arasında değişen larvalar 228 gün boyunca ticari granül alabalık yemi (% 50 protein ve % 13 yağ içeren) ile beslenmişlerdir. Araştırma sonunda, 4 ekotip arasındaki deneme sonu ağırlıkları arasındaki fark önemsiz olmakla birlikte en fazla ağırlığa Karadeniz alabalığının ulaştığı bildirilmiştir. En iyi yem değerlendirme oranının dere alabalığında (0.68), en iyi spesifik büyüme oranının ise Karadeniz alabalığında (% 1.82) elde edildiği bildirilmiştir. Sonuç olarak, Abant alabalığı, dere alabalığı ve Karadeniz alabalığının kültür şartlarında benzer performans sergilediği ve kültürü yapılabilecek türler olduğu bildirilmiştir.

Başçınar ve ark. (2010)’ı tank koşullarında kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*) ile Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*)’nın tekli ve ikili yetiştirme tekniğinin büyüme performansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Ortalama ağırlıkları 24 g olan balıkları tekli ve ikili (1:1 oranında) yetiştirme teknikleri için tanklara stoklamışlar ve bu balıkları 3 ve 4 mm ticari alabalık yemi (% 48 HP, % 18 HY) ile 240 gün boyunca günde 3 kez beslemişlerdir. Çalışma sonunda, tekli yetiştirme tekniğinde deneme sonu ağırlık ve yem değerlendirme oranı sırasıyla kaynak alabalıklarında 265 g, 0.91, Karadeniz alabalığında ise 206 g, 1.02 olarak tespit etmişlerdir. İkili kültürde ise deneme sonu ağırlık 235 ve 222 g, yem değerlendirme oranı ise 0.93 olarak tespit etmişlerdir.

Şahin ve ark. (2011), kültür şartlarında yetiştirilen Kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*), Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) ve hibritlerinin (*Salmo trutta labrax* (dişi) x *Salvelinus fontinalis* (erkek)) et verimi, biyokimyasal ve yağ asidi kompozisyonlarını karşılaştırdıkları çalışmada, en yüksek protein ve yağ içeriğini Karadeniz alabalığında elde etmişlerdir. En yüksek toplam doymuş yağ asidi Karadeniz alabalığının bulunmasına rağmen diğer türlerle arasında önemli bir farklılık bulunmadığı, toplam tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri, toplam omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin kaynak alabalığı ve Karadeniz alabalığında benzer bulunduğunu bildirmişlerdir. Hibrit türlerde ise toplam çoklu doymamış, EPA, DHA ve toplam omega-3 yağ asidi değerlerinin diğer türlere göre önemli oranda yüksek tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, Hibrit türün kültüre alınmasının yetiştiricilik bakımından faydalı ve daha yüksek ekonomik değer katacağı bildirilmiştir.

Kocabaş ve ark. (2013)'nın Karadeniz alabalığında farklı besleme stratejilerinin telafi büyüme üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada balıklara 95 gün boyunca 4 farklı besleme stratejisi uygulanmıştır (Her gün yemleme (T_{kont}), 5 gün aç-10 gün yemleme (T_{5-10}), 10 gün aç-10 gün yemleme (T_{10-10}), 15 gün aç- 10 gün yemleme(T_{15-10})). 13.22 g ağırlığındaki balıklar 11.4 °C'de ticari alabalık yemi (% 45 HP, % 18 HY) ile besleme protokollerine göre günde iki kez yemlemişlerdir. Çalışma sonunda, deneme sonu ağırlıkları T_{kont} , T_{5-10} , T_{10-10} , T_{15-10} gruplarında sırasıyla 51.44, 39.51, 67.61, 20.20 g olarak tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, telafi büyümenin sağlanması için kısa süreli açlık uygulaması ve bunun ardından daha uzun süreli besleme uygulaması yapılmasının daha uygun olacağı bildirilmiştir.

Sonay (2013), triploid Karadeniz alabalığının (*Salmo trutta labrax*) büyüme potansiyeli ve et kalitesini araştırmıştır. Çalışmada döllenmiş yumurtaların bir kısmı diploid balık elde etmek için bir kısmı ise sıcaklık şoku uygulanarak triploid elde etmek için kullanılmıştır. Elde edilen dipliod ve tripliod balıkların büyüme performanslarının kıyaslanması için 3 büyüme denemesi gerçekleştirilmiştir. I. büyüme çalışmasında, ortalama ağırlıkları 0.21 g olan ve aktif olarak yüzmeye ve yem almaya başlamış larvalar kullanılmıştır. Larvalar 90 gün boyunca ortalama 13.1°C su sıcaklığında ticari alabalık granül yemi (HP % 55, HY % 10) ile beslenmiştir. Çalışma sonunda, büyüme performansı bakımından gruplar arasında fark olmadığı bildirilmiştir. II. büyüme çalışmasında, I. büyüme çalışmasında kullanılan balıklar kullanılmıştır. 2 g ağırlığındaki yavrular 17.9°C su sıcaklığında 150 gün süreyle ticari alabalık yemi (1mm pelet yem, HP % 55, HY % 14; 1.5 mm pelet yem HP % 53, HY % 16; 2 mm pelet yem HP % 50, HY % 18) ile beslenmiştir. Çalışma sonunda, ağırlıkça büyümenin triploid balıklarda daha iyi olduğu, spesifik büyüme oranı (triploid balıklarda % 2.21, diploid balıklarda % 2.13), yem değerlendirme oranı (triploid balıklarda 0.86, diploid balıklarda 0.92) ve yem etkinlik değerleri (triploid balıklarda 1.16, diploid balıklarda 1.09) bakımından gruplar arasındaki farkın önemli olmadığı bildirilmiştir. III. büyüme çalışması ise II. çalışmanın devamı niteliğinde gerçekleştirilmiş ve II. çalışmanın sonunda anormallikler gözlenen balıklar çıkartılıp çalışmaya devam edildiği ve deneme başında triploid balıkların (57.8 g) deneme başı ağırlığının diploid balıklara (52.2) göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. III. büyüme çalışmasında balıklar 18.6°C su sıcaklığında 150 gün süreyle ticari alabalık yemi (3 mm pelet yem HP % 45, HY % 20; 4 mm pelet yem HP % 44, HY % 18) ile yemlenmiştir. Çalışma sonunda, spesifik büyüme oranı (triploid balıklarda % 0.82,

diploid balıklarda % 0.65), yem değerlendirme oranı (triploid balıklarda 0.96, diploid balıklarda 1.45) ve yem etkinlik oranı (triploid balıklarda 1.06, diploid balıklarda 0.70) bakımından farklılıkların olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonunda, Doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri miktarının triploid balıklarda (SFA % 23.62, MUFA % 27.11), çoklu doymamış yağ asidi miktarının ise diploid balıklarda yüksek (% 42.05) bulunduğu bildirilmiştir.

Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) yavrularında balık yağı yerine alternatif yağ kaynağı olarak soya yağının ve keten tohumu yağının kullanımının büyüme performansı ve lipid metabolizması üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada balık yağı yerine alternatif olarak 3 farklı oranda (% 67:33, % 50:50 ve % 33:67) soya-keten tohumu yağı karışımı kullanılmıştır. 1.4 g ağırlığındaki balıklar ortalama 15.5°C su sıcaklığında, 90 gün süreyle deneme yemleriyle beslenmişlerdir. Çalışma sonunda, en yüksek canlı ağırlık artışı % 50:50 oranında soya-keten tohumu yağı içeren yemlerle beslenen grupta (7.08 g), en düşük değer ise % 33:67 oranında soya-keten tohumu yağı karışımı içeren yemlerle beslenen grupta (5.82 g) elde edilmiştir. Balık etindeki yağ asidi kompozisyonunun, yemlerdeki yağ asidi kompozisyonunu yansıttığı, en yüksek linoleik asit miktarının % 63:37 soya-keten tohumu yağı ile beslenen grupta (% 26.96), en yüksek linolenik asit miktarının % 33:67 soya-keten tohumu yağı ile beslenen grupta (% 16.45), en yüksek EPA ve DHA yağ asitleri miktarlarının ise % 100 balık yağı ile beslenen grupta (EPA % 4.86, DHA % 23.39) elde edildiği bildirilmiştir. Sonuç olarak, Karadeniz alabalığı yeminde balık yağı yerine kullanılan % 50:50 oranında soya-keten tohumu yağının, büyüme ve yem değerlendirme üzerine herhangi bir olumsuz etki göstermeden kullanılabileceği bildirilmiştir (Özel, 2015).

Kurtoğlu ve Çelikkale (2016)'nin Karadeniz alabalığının (*Salmo trutta labrax*), yetiştiricilik ve balıklandırma potansiyelini araştırdıkları çalışmada, Karadeniz alabalığının deniz suyunda ve tatlı suda büyüme performanslarını karşılaştırmışlardır. Çalışmada, 11.2 g ağırlığındaki balıklar 5 ay boyunca farklı büyüklükteki (1, 1.5, 2, 3 ve 4 mm) ticari alabalık yemi (% 48 HP, % 18 HY) ile beslenmişlerdir. Çalışma sonunda, deneme sonu ağırlıkların deniz suyu grubunda 34.7-36.2 g, tatlı su grubunda 40.1-43.8 g arasında, spesifik büyüme değerlerinin deniz suyu grubunda % 1.06-1.08, tatlı su grubunda % 1.03-1.47 arasında, yem değerlendirme oranını ise deniz suyu grubunda 1.3-4.4, tatlı su grubunda 0.6-3.5 arasında tespit edildiğini bildirmişlerdir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

4.1.1. Araştırma Yeri ve Süresi

Araştırma, Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde, 05.02.2016-06.05.2016 tarihleri arasında 90 gün süre ile yürütülmüştür.

4.1.2. Tank Materyali

Araştırmada, her biri 300 litre hacimli 21 adet dairesel fiberglas tank kullanılmıştır (Şekil 4.1). Deneme ünitesinde su kaynağı olarak kuyu suyu kullanılmıştır. Her bir deneme tankı için doğrudan akışlı su sistemi ve ilave havalandırma kullanılmıştır.



Şekil 4.1. Denemede kullanılan tanklar ve deneme düzeneği (Orijinal)

4.1.3. Balık Materyali

Denemede, özel bir işletmeden (Pınar Alabalık, Ardeşen/RİZE) temin edilen 1000 adet Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) kullanılmıştır (Şekil 4.2). Yaklaşık ağırlıkları 25 gr olan balıklar önce 4000 litre hacimli 2 adet tanka stoklanmışır. Balıklar 30 gün boyunca ticari alabalık yemiyle (Ham protein % 44, ham yağ % 18, ham kül max. % 10 ve kuru madde max. % 90) beslenerek deneme ortamına adaptasyonu sağlanmışır. Üç tekerrürlü olarak yürütölen denemede ortalama canlı ağırlığı 30.22 ± 0.19 g olan 525 adet balık kullanılmışır. Her bir tanka 25 adet balık stoklanmışır.



Şekil 4.2. Denemede kullanılan Karadeniz alabalığı (Orijinal)

4.1.4. Deneme Yemleri

Deneme yemlerinde kullanılacak yem hammaddeleri (balık unu, soya küspesi, ayçiçeğı tohumu küspesi, balık yağı vb.) özel bir yem firmasından (Sibal A.Ş., Sinop), aspir ve kanola yağı ise özel bir şirketten (Tokul Tarım A.Ş., İzmir) temin edilmiştir. Denemede 3 farklı yağ kaynağı (balık yağı, aspir yağı ve kanola yağı) ile 7 farklı yem hazırlanmıştır. Deneme yemleri, % 100 balık yağı (BY), % 100 aspir yağı (AY), % 100 kanola yağı (KY), % 50 balık yağı-% 50 aspir yağı (BY-AY), % 50 balık yağı-% 50 kanola yağı (BY-KY), % 50 aspir yağı-% 50 kanola yağı (AY-KY) ve balık yağı-aspir yağı-kanola yağı (BY-AY-KY) içermektedir. Denemede kullanılan yem rasyonları % 45 ham protein ve % 18 ham yağ içerecek şekilde hazırlanmıştır. Kullanılan yem hammaddelerinin besin içeriğı Çizelge 4.1’de, hazırlanan deneme yemi rasyonları

Çizelge 4.2’de, deneme yemlerinin besin madde ve aminoasit kompozisyonu Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yem hammaddelerinin besin maddesi kompozisyonu

Hammaddeler	Nem (%)	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)	Ham Kül (%)
Balık unu	6.20	73.11	13.7	6.49
Soya küspesi	11.58	46.00	3.21	5.82
Mısır gluteni	9.86	58.50	1.93	2.89
A.T.K.*	10.45	33.25	0.76	6.30

*Ayçiçeği tohumu küspesi

Çizelge 4.2. Deneme yemlerinin formülasyonu

İçerikler (g/kg)	BY Yemi	AY Yemi	KY Yemi	BY-AY Yemi	BY-KY Yemi	AY-KY Yemi	BY-AY- KY Yemi
Balık unu	300	300	300	300	300	300	300
Soya Küspesi	200	200	200	200	200	200	200
Mısır gluteni	180	180	180	180	180	180	180
A.T.K.*	70	70	70	70	70	70	70
İrmik altı un	110	110	110	110	110	110	110
Balık yağı	135	–	–	46.95	46.95	–	17.6
Aspir yağı	–	135	–	88.05	–	67.5	58.7
Kanola yağı	–	–	135	–	88.05	67.5	58.7
Vitamin	3	3	3	3	3	3	3
Mineral	2	2	2	2	2	2	2
TOPLAM	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

*Ayçiçeği tohumu küspesi

Çizelge 4.3. Deneme yemlerinin besin maddesi kompozisyonu

	Nem (%)	HP (%)	HY (%)	HK (%)	NÖM+HS	Toplam Enerji (kJ/g)
BY Grubu	6.58±0.80	45.54±0.02	18.25±0.08	7.41±0.43	22.22±0.62	22.28±0.05
AY Grubu	6.26±0.87	45.62±0.13	18.42±0.06	7.55±0.19	22.15±0.53	22.28±0.10
KY Grubu	5.99±0.72	45.65±0.02	18.29±0.05	7.36±0.37	22.71±0.48	22.27±0.04
BY-AY Grubu	7.01±0.33	45.82±0.01	18.24±0.05	7.23±0.24	21.70±0.87	22.35±0.03
BY-KY Grubu	5.87±0.15	45.79±0.05	18.33±0.21	7.57±0.22	22.44±0.59	22.24±0.14
AY-KY Grubu	7.19±0.28	45.69±0.12	18.26±0.03	7.39±0.45	21.47±0.76	22.33±0.09
BY-AY-KY Grubu	6.55±0.53	45.79±0.01	18.28±0.15	7.44±0.11	21.94±0.64	22.29±0.08

NÖM+HS= 100- (Nem+HP+HY+HK). Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Toplam Enerji değerinin hesaplanmasında kullanılan değerler; protein, 5.65 kcal/g; yağ 9.45 kcal/g, karbonhidrat, 4.1 kcal/g, 1 kcal = 4.184 kJ/g (Koshio ve ark., 1993).

Çizelge 4.4. Deneme yemlerinin aminoasit kompozisyonu (g/100g)

	BY Yemi	AY Yemi	KY Yemi	BY-AY Yemi	BY-KY Yemi	AY-KY Yemi	BY-AY-KY Yemi
Esansiyel amino asitler							
Arginin	1.34±0.01	1.14±0.02	0.98±0.01	1.08±0.02	1.07±0.02	1.33±0.01	1.38±0.01
Fenilalanin	2.06±0.04	2.14±0.02	2.23±0.08	2.20±0.01	2.23±0.02	2.35±0.02	2.10±0.01
Histidin	2.24±0.02	2.15±0.09	2.14±0.02	2.06±0.04	2.09±0.04	2.10±0.02	2.04±0.06
İzolösin	1.68±0.06	1.72±0.04	1.74±0.07	1.72±0.09	1.67±0.08	1.74±0.09	1.57±0.04
Lizin	3.28±0.02	3.01±0.03	2.59±0.05	3.01±0.02	3.09±0.03	3.37±0.03	3.29±0.02
Lösin	3.86±0.02	3.89±0.09	4.07±0.03	3.91±0.13	4.00±0.08	4.21±0.02	3.78±0.02
Metiyonin	1.06±0.05	1.10±0.08	1.14±0.08	1.02±0.03	1.07±0.07	1.06±0.05	1.02±0.04
Valin	1.60±0.02	1.62±0.02	1.80±0.02	1.59±0.05	1.53±0.02	1.68±0.11	1.43±0.04
Treonin	3.56±0.04	3.55±0.08	3.74±0.12	3.62±0.13	3.56±0.10	3.75±0.16	3.37±0.05
Esansiyel olmayan amino asitler							
Alanin	2.39±0.08	2.39±0.09	2.49±0.04	2.38±0.08	2.39±0.09	2.45±0.10	2.25±0.04
Aspartik asit	3.60±0.02	3.33±0.06	2.88±0.04	3.22±0.03	3.00±0.04	2.46±0.01	3.27±0.11
Glisin	2.08±0.01	2.00±0.02	2.02±0.03	2.00±0.05	2.00±0.05	2.08±0.04	2.01±0.01
Glutamik asit	7.66±0.02	7.27±0.04	6.94±0.05	7.06±0.02	6.92±0.02	6.13±0.03	6.99±0.03
Serin	2.77±0.06	2.66±0.06	2.75±0.08	2.68±0.05	2.71±0.04	2.66±0.08	2.61±0.03
Prolin	2.82±0.09	2.79±0.07	2.83±0.04	2.89±0.05	2.77±0.04	2.85±0.04	2.90±0.05
Trozin	1.58±0.10	1.61±0.02	1.67±0.02	1.69±0.05	1.70±0.05	1.80±0.12	1.64±0.06

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

4.2. Yöntem

4.2.1. Araştırma Düzeni

Araştırma, 7 grup ve üç tekerrür olarak planlanmıştır. Ortam koşullarına adapte edilen balıklardan ortalama ağırlıkları 30.22 ± 0.19 g olan toplam 525 adet balık, 300 lt'lik deneme tanklarına 25'şer adet olacak şekilde stoklanmıştır. Her bir tanka yaklaşık 4 lt/dak. debili su akışı sağlanmıştır.

Araştırma süresince su sıcaklığı her gün dijital termometre ile ölçülmüştür. Oksijen (Oxyguard Handy Polaris marka oksijen metre) ve pH (Thermo Scientific Orion marka pH metre) ise haftada 2 kez ölçülmüştür. Ölçümler, sabah ve akşam yapılarak ortalama alınmıştır.

4.2.2. Deneme Yemlerinin Hazırlanması

Deneme yemlerinde kullanılacak olan kuru yem hammaddeleri 500 μm 'lik bir elekten elenerek kalın materyallerden arındırılmıştır. Eleme işleminden sonra kuru hammaddeler ayrı ayrı tartılarak yem formülasyonuna göre bir kaba konulmuş ve homojen bir karışım elde edilene kadar 15-20 dakika boyunca karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi tamamlandıktan sonra yağ kaynağı (balık yağı, aspir yağı, kanola yağı) karışıma eklenmiş ve karıştırma işlemine devam edilmiştir. 30 dakikalık karıştırma işleminden sonra kuru maddenin % 35'i oranında sıcak su ilave edilmiş ve karıştırma işlemine devam edilmiştir. Homojen bir karışım elde edinceye kadar 30 dakika daha karıştırmaya devam edilmiştir. Elde edilen karışımın daha homojen hale gelmesi için 4 kez kıyma makinasından geçirilmiş ve 3 mm çapında pelet yemler elde edilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Deneme kullanılan yemler (Orijinal)

Hazırlanan pelet yemler kurutma dolabında 55°C’de 8 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutma işlemi sonunda oda sıcaklığına kadar soğutulan yemler balıkların yiyebileceği büyüklükte kırılarak poşetlenmiştir. Tüketilen yem miktarını belirlemek için kırılan yemler 100’er gr tartılarak küçük poşetlere bölünmüştür. Deneme yemleri, yağların okside olmasını engellemek için deneme süresince -20°C’de muhafaza edilmiştir.

4.2.3. Deneme Balıklarının Yemlenmesi

Balıklar, araştırma süresince 09:00 ve 15:00 saatlerinde olmak üzere günde iki kez görülebilir doygunluk sınırına kadar yemlenmiştir. Yemleme protokolü, haftada 6 gün yemleme, 1 gün dinlenme şeklinde uygulanmıştır. Yem poşetleri her akşam yemleme bittikten sonra tekrar tartılarak balıkların günlük yem tüketimi belirlenmiştir. Yemlerin tartımında 0.001 g hassasiyetli Kern marka terazi kullanılmıştır. Balıklar yemlenirken bütün balıkların yem alımlarına dikkat edilerek yavaş yemleme yapılmıştır. Balıkların yeme olan ilgisi azaldığında yemlemeye son verilmiştir.

4.2.4. Balıkların Tartılması

Deneme başında ve deneme sonunda balıkların bireysel ağırlıkları ve boyları belirlenmiştir. Ayrıca 15 günlük periyotlarla balıkların bireysel ağırlıkları belirlenmiştir. Balıkların ağırlıkların belirlenmesinde 1 g hassasiyetli Kern marka terazi kullanılmıştır.

4.2.5. Balıkların Büyüme Performansının Belirlenmesi

Araştırmada elde edilen verilerden yararlanılarak, balıklardaki büyüme performansı ve yem değerlendirme verilerinin belirlenmesi için aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır.

4.2.5.1. Canlı Ağırlık Artışı (CAA) ve Yaşama Oranı (YO)

Deneme süresince balıkların kazandıkları ağırlık artışıdır. Canlı ağırlık artışı, deneme sonu ortalama ağırlık ile deneme başı ortalama ağırlık arasındaki fark olarak hesaplanır. Canlı ağırlık artışı ve yaşama oranı formülleri aşağıda verilmiştir (Çakmak ve ark., 2013; Hien ve ark. 2016);

$$\text{Canlı Ağırlık Artışı (g)} = X_2 - X_1$$

$$X_1 = \text{Deneme başı ortalama canlı ağırlık (g)}$$

$$X_2 = \text{Deneme sonu ortalama canlı ağırlık (g)}$$

$$\text{Yaşama Oranı (\%)} = (A_2 / A_1) \times 100$$

A_1 = Deneme başındaki balık sayısı

A_2 = Deneme sonundaki canlı balık sayısı

4.2.5.2. Spesifik Büyüme Oranı (SBO)

Spesifik büyüme oranı, belirli bir zaman diliminde balıktaki ağırlık artışına bağlı büyüme oranıdır. Yemleme oranı, balık büyüklüğü ve su sıcaklığı gibi faktörler spesifik büyüme oranını etkiler. Balık büyüklüğü arttıkça spesifik büyüme oranı azalır (Dernekbaşı, 2008). Spesifik büyüme oranı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Korkut ve ark., 2007);

$$\text{Spesifik Büyüme Oranı (\%)} = [(\ln X_2 - \ln X_1) / t] \times 100$$

X_1 = Deneme başı ortalama canlı ağırlık (g)

X_2 = Deneme sonu ortalama canlı ağırlık (g)

t = Deneme süresi (gün)

4.2.5.3. Oransal Büyüme Oranı (OBO)

Oransal büyüme oranı, ağırlık artışının deneme başı ağırlığa oranı olarak hesaplanmaktadır. Oransal büyüme oranı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Dernekbaşı, 2008);

$$\text{Oransal Büyüme Oranı (\%)} = [(X_1 - X_0) / X_0] \times 100$$

X_0 = Deneme başı balıkların grup ağırlığı (g)

X_1 = Deneme sonu balıkların grup ağırlığı (g)

4.2.5.4. Termal Büyüme Katsayısı (TBK)

Termal büyüme katsayısı, büyüme ölçüm kriterlerinin yanı sıra üretim alanının su sıcaklık değerlerinin hesaba katılarak büyümenin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Termal büyüme kat sayısı, farklı koşullar altında büyüme tahmini ve üretim planlaması için basit ve esnek bir modeldir (Jobling, 2003). Termal büyüme kat sayısı, balık türüne, beslenmeye, çevre koşullarına, bakım şartlarına vb. etmenlere bağlı olarak değişiklik gösterir (Korkut ve ark. 2007). Termal büyüme katsayısı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Jobling, 2003);

$$\text{Termal Büyüme Katsayısı} = [(\sqrt[3]{X_2} - \sqrt[3]{X_1}) / (T \times t)] \times 1000$$

X1 = Deneme başı ortalama canlı ağırlık (g)

X2 = Deneme sonu ortalama canlı ağırlık (g)

T = Ortalama sıcaklık (C°)

t = Deneme süresi (gün)

4.2.5.5. Yem Değerlendirme Oranı (YDO) ve Yem Etkinlik Değeri (YED)

FCR (Feed Conversion Ratio) olarak ifade edilen yem değerlendirme oranı, balıklarda gelişim performansını belirlemede en çok kullanılan değerlerden biridir. Kısaca verilen yemin balık etine dönüşüm oranı olarak ifade edilebilir. FCR değeri balık büyüklüğüne, yetiştirme koşullarına ve yemin içeriği gibi etkenlere göre farklılık gösterir. Yem etkinlik değeri, ağırlık kazancının tüketilen yem miktarına oranı şeklinde ifade edilmektedir. Yem değerlendirme oranı ve yem etkinlik değeri aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (Hoşsu ve ark., 2008);

$$\text{Yem Değerlendirme Oranı} = \text{Toplam Yem Tüketimi (g)} / \text{Ağırlık Artışı (g)}$$

$$\text{Yem Etkinlik Değeri} = \text{Ağırlık Artışı (g)} / \text{Toplam Yem Tüketimi (g)}$$

4.2.5.6. Protein Etkinlik Oranı (PEO)

Protein etkinlik oranı, ağırlık kazancının, tüketilen protein miktarına oranı şeklinde ifade edilmektedir. Protein etkinlik oranının yüksek olması yemin kalitesinin iyi olduğunun ve yemin iyi değerlendirildiğinin bir göstergesidir. Yemin protein miktarı gerekli düzeyin altında veya üzerinde ise protein etkinlik oranı düşük çıkar. Protein etkinlik oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Yiğit ve Yiğit, 2003);

$$\text{Protein Etkinlik Oranı} = \text{Ağırlık artışı (g)} / \text{Protein tüketimi (g)}$$

4.2.5.7. Protein Tüketimi (PT)

Protein tüketimi, balığa verilen yeme göre tükettiği protein miktarının hesaplanmasıdır. Protein tüketimi, tüketilen yem miktarı ile doğru orantılıdır. Aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Yiğit ve Yiğit, 2003);

$$\text{Protein Tüketimi} = \text{Tüketilen yem (g)} \times \text{Yemdeki ham protein miktarı (\%)}$$

4.2.5.8. Net Protein Verimliliği (NPV)

Net protein verimliliği, yemle birlikte tüketilen proteinin verimlilik derecesi olarak ifade edilir. Bir başka ifadeyle, tüketilen proteinin balık vücudunda ne kadarının tutulduğunu gösterir. Net protein verimliliği aşağıdaki formül ile hesaplanabilir (Yiğit ve Yiğit, 2003);

$$\text{Net Protein Verimliliği (\%)} = (\text{Balıktaki g protein kazancı} / \text{Protein tüketimi}) \times 100$$

$$\text{Balıktaki g Protein Kazancı} = [(X_2 \times Y_2) - (X_1 \times Y_1)]$$

X_1 = Deneme başındaki canlı ağırlık (g)

X_2 = Deneme sonundaki canlı ağırlık (g)

Y_1 = Deneme başı balıktaki protein oranı (%)

Y_2 = Deneme sonu balıktaki protein oranı (%)

4.2.5.9. Yağ Depo Oranı (YaDO)

Yağ depo oranı, belirli bir zaman diliminde balık etindeki yağ değişiminin yüzde olarak ifadesidir. Yağ depo oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanabilir (Francis ve ark., 2007a);

$$\text{Yağ Depo Oranı (\%)} = [(\ln A_2 - \ln A_1) / t] \times 100$$

A_1 = Deneme başındaki balık etinin yağ oranı

A_2 = Deneme sonundaki balık etinin yağ oranı

t = Deneme süresi (gün)

4.2.5.10. Viserosomatik İndeks (VSI)

Viserosomatik indeks, iç organ ağırlığının vücut ağırlığına oranı ile elde edilir. Genellikle verilen besinin iç organlar üzerine etkisini belirlemek için kullanılır. Yüksek yağ içeren yemlerle ya da ω -3 serisi çoklu doymamış yağ asitleri içeriği az olan yağlarla hazırlanmış yemlerle beslenen balıklarda iç organlarda yağ birikimi olmaktadır. Bu nedenle viserosomatik indeks değerinde bir artış olmaktadır. Viserosomatik indeks aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Cheng ve ark., 2005);

$$\text{Viserosomatik İndeks (\%)} = (\text{İç organ ağırlığı (g)} / \text{Vücut ağırlığı (g)}) \times 100$$

4.2.5.11. Hepatosomatik İndeks (HSI)

Hepatosomatik indeks, karaciğer ağırlığının vücut ağırlığına oranı şeklinde ifade edilir. Hepatosomatik indeks, üreme periyodu dışında her dönemde enerjinin karaciğere düşen kısmının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Balıklar fazla enerjiyi karaciğerde glikojen olarak depolar. Bu nedenle karaciğerin oransal büyüklüğü beslenme durumu ve büyüme hızının bir göstergesidir (Korkut ve ark., 2007). Balıkların yüksek yağ içeriğine sahip yemlerle beslenmesinin hepatosomatik indeks değerinin yükselmesine neden olduğu tespit edilmiştir (Cheng ve ark. 2005). Hepatosomatik indeks aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır (Korkut ve ark., 2007);

$$\text{Hepatosomatik indeks (\%)} = (\text{Karaciğer ağırlığı (g)} / \text{Vücut ağırlığı (g)}) \times 100$$

4.2.5.12. Karkas Verimi (KV)

Karkas verimi, temizlenmiş balık etinin (iç organlar, baş kısmı, deri, kılçık çıkarılmış) vücut ağırlığına oranıdır. Karkas verimi aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Caballero ve ark., 2002);

$$\text{Karkas verimi (\%)} = (\text{Temizlenmiş balık ağırlığı (g)} / \text{Balık ağırlığı (g)}) \times 100$$

4.2.5.13. Kondisyon Faktörü (KF)

Kondisyon faktörü, balıkların morfolojik yapısını kontrol etmekte kullanılan beslenme ve gelişme parametrelerinden biridir. Balıklarda genel olarak kondisyon faktörünün 1'e yakın olması istenir (Korkut ve ark., 2007). Kondisyon faktörü aşağıdaki formülle hesaplanır (Caballero ve ark., 2002);

$$\text{Kondisyon faktörü} = (W / L^3) \times 100$$

$$W = \text{Balığın Bireysel Ağırlığı (g)}$$

$$L = \text{Balığın Toplam Boyu (cm)}$$

4.2.6. Kimyasal Analizler

Deneme başında 30 adet ve deneme sonunda her deneme tankından 5'er adet balık, besin madde bileşenlerinin (ham protein, ham yağ, ham kül ve nem) belirlenmesi için örneklenmiştir. Örneklenen balıkların karkasları çıkartılıp homojenize edilmiş ve analizler yapılmaya kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

4.2.6.1. Kuru Madde Analizi

Balık eti ve yemde kuru madde analizi Ludorff ve Meyer (1973)'e göre yapılmıştır. Daha önceden kurutulup darası alınmış kurutma kaplarına 3 g örnek konulmuştur ve 105°C'ye ayarlı kurutma dolabında 8 saat süreyle kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Kurutma işlemi sonrası sabit tartıma gelen örnekler desikatörde soğutulmuştur. Kuru madde miktarı % olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Kuru Madde (\%)} = (\text{Kurutma sonrası örnek ağırlığı} / \text{Kurutma öncesi örnek ağırlığı}) \times 100$$

$$\text{Nem (\%)} = 100 - \% \text{ Kuru madde}$$

4.2.6.2. Ham Kül Analizi

Darası belli olan kül potalarının içine 2 g balık eti veya yem örneği konulmuş ve daha sonra 550°C'ye ayarlı kül fırınında 5-6 saat yakılmıştır. Süre sonunda fırından çıkarılan kül potaları desikatörde soğutulmaya bırakılmıştır. Soğutma işlemi sonunda örnekler tartılmıştır. Aşağıdaki formüle göre ham kül miktarı % olarak hesaplanmıştır (Anonim, 1984).

$$\text{Ham Kül (\%)} = [(\text{Darahı kül (g)} - \text{Dara (g)}) / \text{Örnek ağırlığı (g)}] \times 100$$

4.2.6.3. Ham Yağ Analizi

Balık eti ve yemde yağ analizi Gerhardt marka Soxhlet yağ tayin cihazında yapılmıştır. Yem örnekleri için yaklaşık olarak 5 g, balık eti örnekleri için yaklaşık 2,5 g örnek hassas terazide tartılarak kartuşlara konulmuştur. Kartuşlar daha önceden darası alınmış cihaz beherlerinin üzerine yerleştirilmiş ve üzerine 140 ml eter ilave edilmiştir. Daha sonra cihazın süre, sıcaklık vb. ayarları yapılarak analize başlanmıştır. Analizin tamamlanmasının ardından beherler alınmış ve etüvde 105°C'de 1 saat bekletilerek kalan eterin uçması sağlanmıştır. Etüvden alınan beherler desikatöre alınıp soğutulmasının ardından hassas terazide tartımları yapılmıştır. Yağ miktarı % olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Yağ Miktarı (\%)} = [(\text{Balon son tartım (g)} - \text{Balon dara (g)}) / \text{Örnek ağırlığı (g)}] \times 100$$

4.2.6.4. Ham Protein Analizi

Balık eti ve yemde protein analizi TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Gıda Enstitüsü Laboratuvarı'nda yaptırılmıştır. Protein analizi Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır.

4.2.6.5. Yağ Asitleri Analizi

Balık eti ve yemde yağ asitleri analizi TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Gıda Enstitüsü Laboratuvarı'nda yaptırılmıştır. Yağ asidi analizi, IUPAC IID 19 yöntemi ile Gaz Kromatografi Cihazı kullanılarak yapılmıştır.

4.2.6.6. Aminoasit Analizi

Balık yeminde aminoasit analizi TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Gıda Enstitüsü Laboratuvarı'nda HPLC-UV cihazı kullanılarak yaptırılmıştır.

4.2.7. İstatiksel Analizler

Gruplara ait bütün tartım, ölçüm ve analizlerden elde edilen sonuçlar arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olup olmadığı “IBM SPSS Statistics Version 21” programı ile analiz edilmiştir. Parametrik verilere Tek Yönlü Varyans Analizi, non-parametrik verilere Kruskal Wallis analizi uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testi ve Tamhane testi ile 0.05 önem seviyesinde karşılaştırılmıştır.

5. BULGULAR

5.1. Su Parametrelerine İlişkin Bulgular

Denemede, su sıcaklığı sabah ve akşam olmak üzere günde iki kez, pH ve çözünmüş oksijen haftada iki kez sabah ve akşam olmak üzere ölçülmüştür. Su parametrelerine ait minimum, maksimum ve ortalama değerler Çizelge 5.1’de verilmiştir. Deneme süresince ortalama su sıcaklığı $15.70\pm0.06^{\circ}\text{C}$, pH 7.81 ± 0.02 ve çözünmüş oksijen 7.55 ± 0.15 mg/lt olarak ölçülmüştür.

Çizelge 5.1. Deneme süresince belirlenen su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), pH ve çözünmüş oksijen (mg/lt) değerleri

	Minimum	Maksimum	Ortalama
Su Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	14.3	17.9	15.70 ± 0.06
pH	7.77	7.85	7.81 ± 0.02
Çözünmüş Oksijen (mg/lt)	6.70	8.40	7.55 ± 0.15

Her değer; ortalama $\pm$ standart hatayı ifade etmektedir.

5.2. Büyüme Performansı ve Yaşama Oranına İlişkin Bulgular

Deneme başı ve sonunda grupların ortalama canlı ağırlıkları, canlı ağırlık artışları (CAA) ve yaşama oranlarına (YO) ilişkin bulgular Çizelge 5.2’de; spesifik büyüme oranları (SBO), oransal büyüme oranları (OBO) ve termal büyüme katsayısı (TBK) Çizelge 5.3’te verilmiştir. Deneme grupları arasında, deneme sonu ortalama canlı ağırlık, CAA, SBO, OBO, TBK ve YO değerlerinin birbirine çok yakın olduğu ve gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$) (Şekil 5.1; Şekil 5.2). Deneme gruplarındaki balık ölümleri deneme başında ilk 1 hafta içerisinde gözlenmiş olup denemenin devamında herhangi bir ölüm gözlenmemiştir.

Çizelge 5.2. Gruplarda deneme başı, deneme sonu ortalama canlı ağırlıklar (g), CAA (g) ve YO (%) değerleri

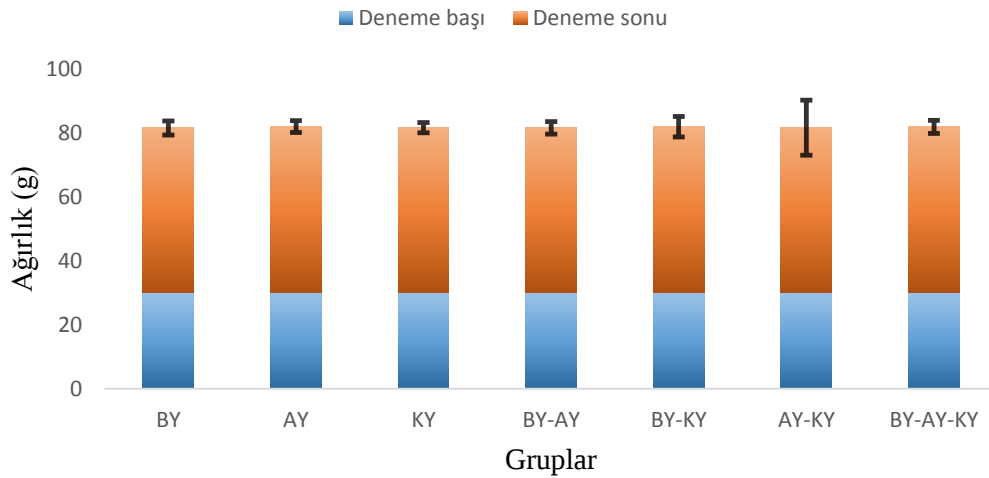
Deneme Grupları	Canlı Ağırlık		CAA (g)	YO (%)
	Deneme başı	Deneme sonu		
BY	30.20±0.48	81.67±2.20	51.47±2.71	94.00±2.00
AY	30.21±0.44	82.14±1.86	51.93±2.15	94.67±2.67
KY	30.23±0.52	81.77±1.62	51.54±0.25	90.00±1.15
BY-AY	30.23±0.51	81.69±1.93	51.46±0.79	96.00±2.31
BY-KY	30.21±0.54	82.03±3.22	51.83±3.03	90.67±1.76
AY-KY	30.23±0.53	81.74±8.64	51.51±6.40	90.00±6.00
BY-AY-KY	30.20±0.55	82.04±2.06	51.84±2.88	92.00±8.00

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Çizelge 5.3. Deneme gruplarında elde edilen OBO (%), SBO (%) ve TBK (%) değerleri

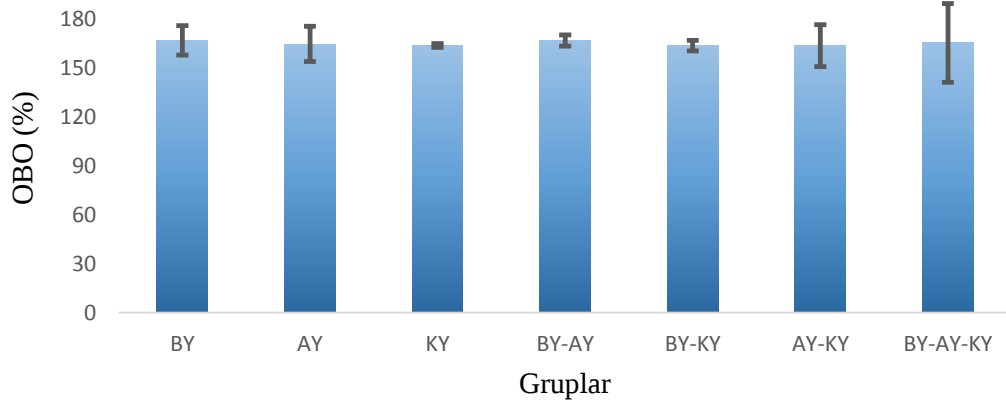
Deneme Grupları	OBO (%)	SBO (%)	TBK (%)
BY	166.95±9.07	1.10±0.04	0.86±0.03
AY	164.70±10.8	1.11±0.03	0.87±0.03
KY	163.85±1.15	1.11±0.01	0.87±0.01
BY-AY	166.87±3.43	1.10±0.01	0.86±0.01
BY-KY	163.75±3.22	1.11±0.04	0.87±0.04
AY-KY	163.69±12.90	1.10±0.09	0.86±0.08
BY-AY-KY	165.36±24.17	1.11±0.04	0.87±0.04

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

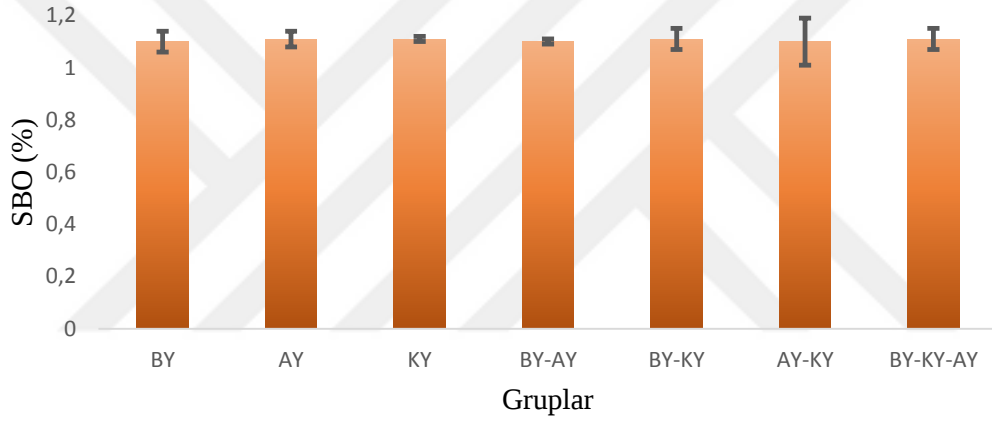


Şekil 5.1. Deneme başı ve sonu ortalama ağırlıklar (g)

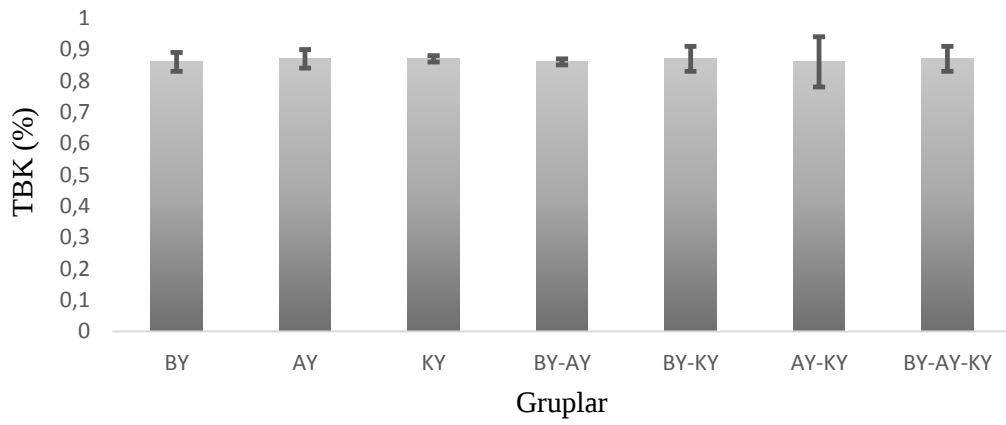
a



b



c



Şekil 5.2. Gruplardaki OBO (a), SBO (b) ve TBK (c) değerleri

5.3. Yem Değerlendirme Oranı ve Yem Etkinlik Değerine İlişkin Bulgular

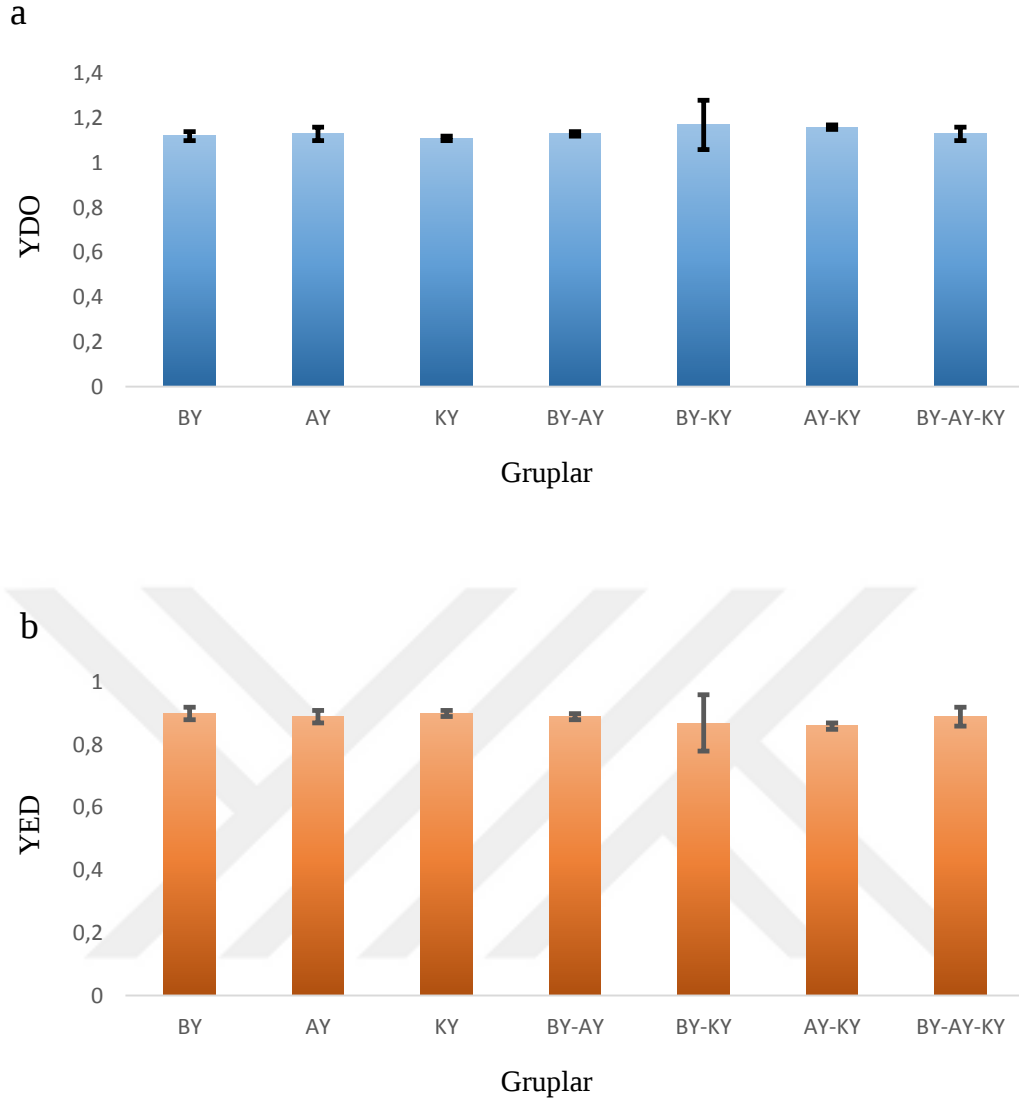
Deneme süresince tüm gruplardaki balıklara önceden tartılmış belli miktardaki yemden doyuncaya kadar verilmiş, artan yem miktarı tartılarak günlük tüketilen toplam yem miktarı belirlenmiş ve deneme sonunda her grubun tükettiği toplam yem miktarı hesaplanmıştır. Deneme sonunda gruplardaki toplam canlı ağırlık artışı ve tüketilen yem miktarından yararlanılarak yem değerlendirme oranı ve yem etkinlik değerleri hesaplanmıştır. Deneme süresince belirlenen toplam yem tüketimi (TYT), yem değerlendirme oranı (YDO) ve yem etkinlik değeri (YED) Çizelge 5.4'te verilmiştir.

Çizelge 5.4. Deneme gruplarında elde edilen toplam yem tüketimi (TYT, g), yem değerlendirme oranı (YDO), yem etkinlik değeri (YED)

Deneme grupları	TYT (g)	YDO	YED
BY	1468.62±19.57	1.12±0.02	0.90±0.02
AY	1454.81±38.23	1.13±0.03	0.89±0.02
KY	1426.64±36.92	1.11±0.01	0.90±0.01
BY-AY	1445.50±20.07	1.13±0.01	0.89±0.01
BY-KY	1445.52±69.33	1.17±0.11	0.87±0.09
AY-KY	1472.30±57.46	1.16±0.01	0.86±0.01
BY-AY-KY	1428.09±63.12	1.13±0.03	0.89±0.03

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Balık yemlerinde farklı yağ kaynaklarının (balık yağı, aspir yağı ve kanola yağı) kullanımının yem etkinlik değeri ve yem değerlendirme oranı değerlerine herhangi bir etkisinin olmadığı ve değerlerin birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir. Deneme gruplarında elde edilen TYT, YDO ve YED değerleri açısından gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$) (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Deneme gruplarında elde edilen YDO (a) ve YED (b) değerleri

5.4. Protein Tüketimi, Protein Etkinlik Oranı, Net Protein Verimliliği ve Yağ Depo Oranına İlişkin Bulgular

Deneme sonunda gruplarda elde edilen protein tüketimi (PT), protein etkinlik oranı (PEO), net protein verimliliği (NPV) ve yağ depo oranına (YaDO) ait değerler Çizelge 5.5'te verilmiştir.

Deneme sonunda elde edilen PT ve PEO değerleri incelendiğinde gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). NPV değerleri incelendiğinde, en yüksek değer elde edilen AY-KY grubu ile diğer gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). YaDO değerleri

incelendiğinde en yüksek değer BY-AY-KY grubunda, en düşük değer ise BY grubunda elde edilmiştir. Gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Şekil 5.4).

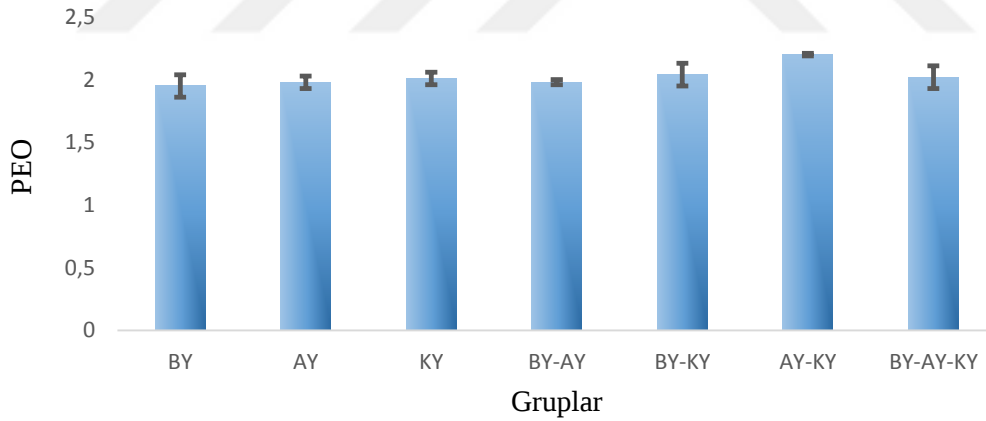
Çizelge 5.5. Deneme gruplarında elde edilen protein tüketimi (PT), protein etkinlik oranı (PEO), net protein verimliliği (NPV) ve yağ depo oranı (YaDO) değerleri

Deneme grupları	PT	PEO	NPV (%)	YaDO (%)
BY	26.44±0.17	1.95±0.09	36.84±1.73 ^a	0.47±0.02 ^a
AY	26.19±0.69	1.98±0.05	40.66±0.94 ^{ab}	0.50±0.01 ^{ab}
KY	25.68±0.66	2.01±0.05	38.23±1.02 ^a	0.57±0.01 ^{bc}
BY-AY	26.02±0.36	1.98±0.02	38.44±0.40 ^a	0.60±0.02 ^c
BY-KY	26.02±0.17	2.04±0.09	39.66±0.15 ^{ab}	0.61±0.01 ^c
AY-KY	26.50±1.03	2.20±0.01	43.75±0.31 ^b	0.48±0.02 ^a
BY-AY-KY	25.71±1.14	2.02±0.08	40.15±0.66 ^{ab}	0.57±0.01 ^{bc}

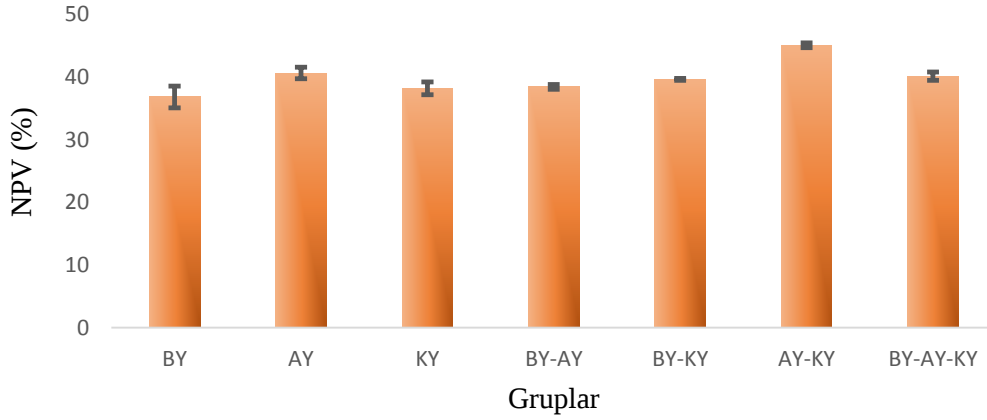
Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

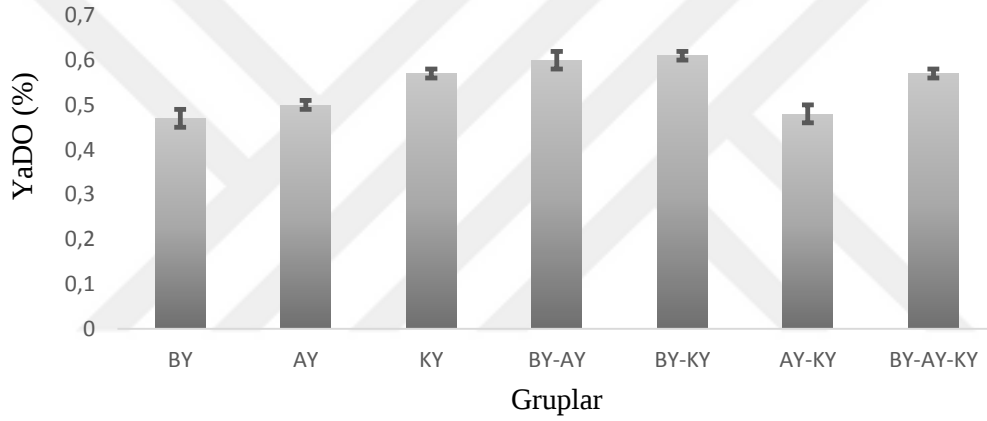
a



b



c



Şekil 5.4. Deneme gruplarında elde edilen protein etkinlik oranı (PEO) (a), net protein verimliliği (NPV, %) (b) ve yağ depo oranı (YaDO, %) (c)

5.5. Hepatosomatik İndeks, Viserosomatik İndeks, Karkas Verimi ve Kondisyon Faktörüne İlişkin Bulgular

Deneme başı ve sonu, hepatosomatik indeks (HSİ), viserosomatik indeks (VSİ), karkas verimi (KV) ve kondisyon faktörüne (KF) ait değerler Çizelge 5.6’da verilmiştir.

Deneme başında VSİ değeri % 9.16 ± 0.20 olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.5). Deneme sonunda VSİ değerleri incelendiğinde en büyük değer % 12.94 ± 0.35 ile AY-KY grubunda tespit edilmiştir. VSİ değerleri incelendiğinde tüm gruplardaki değerler, deneme başına göre artış göstermiştir. İstatiksel açıdan gruplar arasındaki farkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Deneme başında HSI değeri % 1.45±0.05 olarak bulunmuştur (Şekil 5.5). Deneme sonunda en büyük HSI değeri % 2.16±0.11 ile AY-KY grubunda tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

Çizelge 5.6. Gruplardan elde edilen viserosomatik indeks (VSI, %), hepatosomatik indeks (HSI, %), karkas verimi (KV, %) ve kondisyon faktörü (KF)

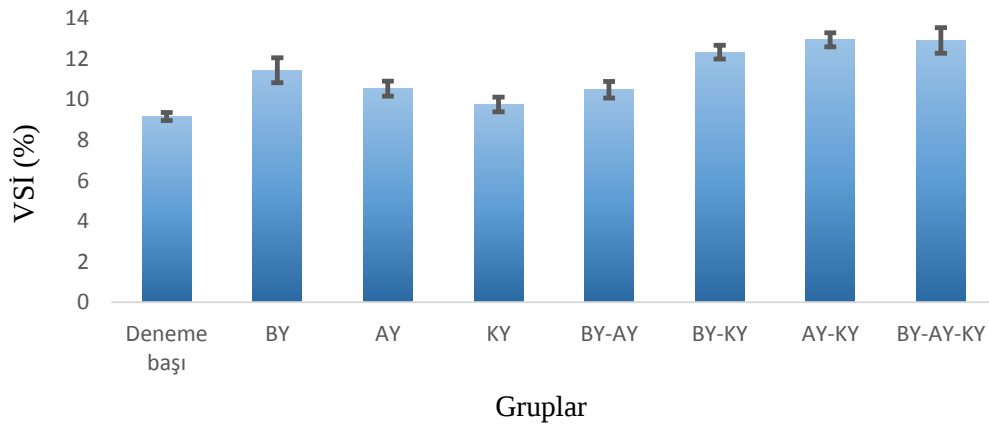
	VSI (%)	HSI (%)	KV (%)	KF
Deneme başı	9.16±0.20	1.45±0.05	39.30±0.49	0.97±0.02
BY	11.44±0.61 ^{ab}	1.94±0.07 ^{ab}	46.98±0.79 ^{bc}	1.16±0.02 ^{ac}
AY	10.53±0.37 ^{ac}	1.75±0.08 ^a	48.23±1.18 ^b	1.15±0.02 ^{ac}
KY	9.75±0.37 ^a	1.63±0.07 ^a	49.07±0.31 ^b	1.19±0.03 ^{abc}
BY-AY	10.48±0.41 ^a	1.82±0.12 ^{ab}	48.28±0.53 ^b	1.15±0.03 ^a
BY-KY	12.33±0.34 ^{bc}	1.95±0.07 ^{ab}	46.78±0.50 ^{bc}	1.26±0.02 ^b
AY-KY	12.94±0.35 ^b	2.16±0.11 ^b	44.20±0.80 ^{ac}	1.24±0.02 ^{bc}
BY-AY-KY	12.90±0.63 ^b	1.81±0.10 ^{ab}	43.45±0.53 ^a	1.26±0.03 ^b

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

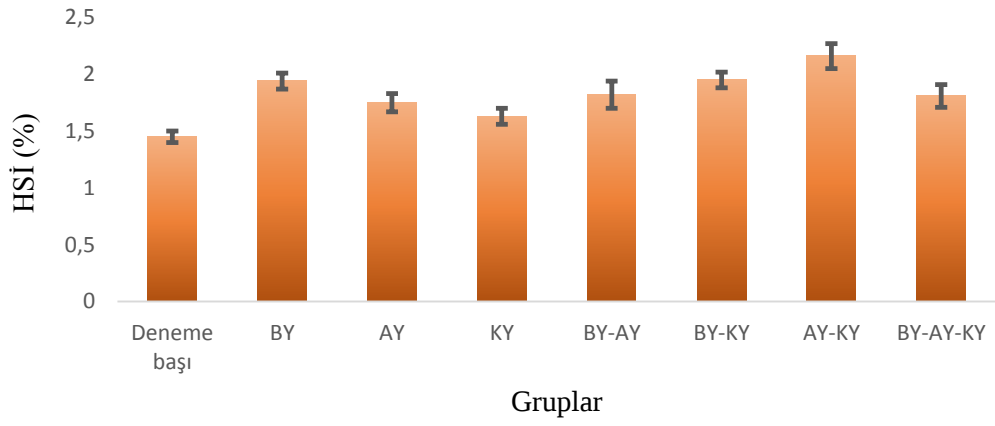
Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Deneme başında elde edilen KV ve KF değerleri sırasıyla % 39.30±0.49 ve 0.97±0.02 olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.5). Deneme sonunda elde edilen KV ve KF değerleri incelendiğinde en yüksek KV değeri % 49.07±0.31 KY grubunda; en yüksek KF değeri ise 1.26 ile BY-KY ve BY-AY-KY gruplarında elde edilmiştir. KV ve KF değerleri incelendiğinde gruplar arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

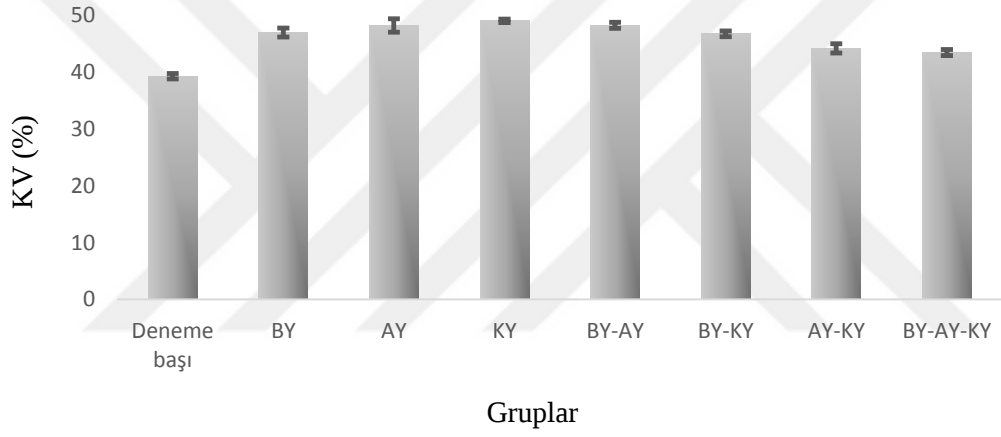
a



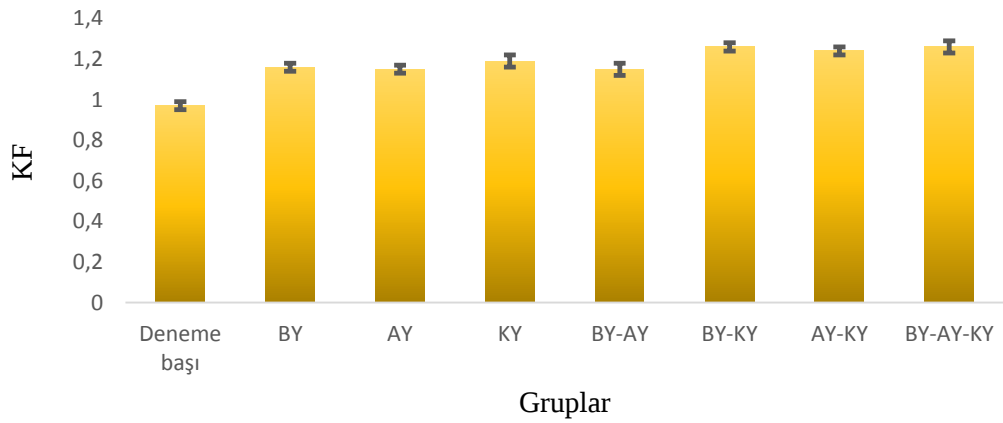
b



c



d



Şekil 5.5. Deneme başında ve sonunda elde edilen VSİ (a), HSI (b), KV (c) ve KF (d) değerleri.

5.6. Balık Etinin Besin Maddesi Kompozisyonuna İlişkin Bulgular

Araştırmada, deneme başı ve sonu balık eti örneklerine ait nem, ham protein (HP), ham yağ (HY) ve ham kül (HK) analiz sonuçları Çizelge 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Deneme başı ve sonu balık eti besin madde kompozisyonu (yaş madde)

	Nem (%)	HP (%)	HY (%)	HK (%)
Deneme başı	76.57±0.16	19.72±0.16	3.72±0.22	1.77±0.02
BY	73.64±0.28 ^{ac}	19.22±0.22	5.12±0.11 ^a	1.96±0.03
AY	74.84±0.22 ^b	20.22±0.34	5.22±0.05 ^a	1.98±0.03
KY	74.68±0.22 ^{bc}	19.28±0.03	5.57±0.03 ^b	2.06±0.03
BY-AY	73.30±0.22 ^a	19.54±0.10	5.74±0.09 ^b	2.00±0.03
BY-KY	74.06±0.13 ^{abc}	19.10±0.10	5.79±0.03 ^b	2.06±0.02
AY-KY	74.69±0.25 ^{bc}	19.85±0.29	5.16±0.08 ^a	2.05±0.04
BY-AY-KY	74.58±0.34 ^{bc}	19.35±0.29	5.59±0.42 ^b	1.96±0.08

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Deneme başında balık etindeki nem miktarı % 76.57±0.16 olarak tespit edilmiştir. Deneme başına göre deneme sonunda, gruptaki balık büyüklüğü arttıkça nem oranında azalma olduğu tespit edilmiştir. Deneme sonunda en düşük değer % 73.30±0.22 ile BY-AY grubunda elde edilmiştir. BY-AY grubuyla BY ve BY-KY grupları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemsiz (p>0.05), diğer gruplarla arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

Deneme başında HP değeri % 19.72±0.16 olarak tespit edilmiştir. Yemdeki farklı yağların, balık etindeki protein miktarına herhangi bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Deneme yemleri ile beslenen gruplarındaki en yüksek HP değeri % 20.22±0.34 ile AY grubunda elde edilmiştir. Deneme sonunda gruptaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05).

Deneme başında HY değeri % 3.72±0.22 olarak tespit edilmiştir. Deneme yemleri ile beslenen balıklarda HY değerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Deneme sonunda en yüksek HY değeri BY-KY grubunda (% 5.79±0.03), en düşük değer BY grubunda (% 5.12±0.11) tespit edilmiştir. BY grubuyla, AY ve AY-KY grupları arasındaki farkın

istatistiksel açıdan önemsiz ($p>0.05$), diğer gruplarla arasındaki farkın ise önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

HK değerleri incelendiğinde deneme sonunda gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

5.7. Yağ Asitleri Kompozisyonuna İlişkin Bulgular

5.7.1. Denemede Kullanılan Yağ Kaynaklarının Yağ asidi Kompozisyonuna İlişkin Bulgular

Denemede kullanılan balık yağı, aspir yağı ve kanola yağının yağ asidi kompozisyonları Çizelge 5.8’de verilmiştir. Toplam doymuş yağ asitleri miktarı balık yağında % 33.96 ± 0.03 , aspir yağında % 9.35 ± 0.05 , kanola yağında % 7.01 ± 0.07 olarak tespit edilmiştir. Balık yağında SFA değerleri incelendiğinde, en fazla bulunan yağ asidinin palmitik asit olduğu, bunu sırasıyla miristik asit ve stearik asidin takip ettiği tespit edilmiştir.

Tekli doymamış yağ asitleri değerleri, balık yağında % 24.79 ± 0.09 , aspir yağında % 23.43 ± 0.28 , kanola yağında % 62.81 ± 0.06 olarak tespit edilmiştir. Yağ kaynaklarının MUFA değerleri incelendiğinde en baskın yağ asidinin oleik asit olduğu belirlenmiştir. Oleik asit miktarları, balık yağında % 16.72 ± 0.25 , aspir yağında % 23.09 ± 0.31 , kanola yağında % 61.30 ± 0.11 olarak tespit edilmiştir.

Çoklu doymamış yağ asitleri miktarları, balık yağında % 41.25 ± 0.10 , aspir yağında % 66.80 ± 0.09 , kanola yağında % 30.17 ± 0.03 olarak tespit edilmiştir. PUFA değerleri incelendiğinde, balık yağında en fazla bulunan yağ asitlerinin EPA (% 13.61 ± 0.01) ve DHA (% 16.69 ± 0.10) olduğu, aspir yağında linoleik asit (% 66.71 ± 0.09), kanola yağında ise linoleik asit (% 21.23 ± 0.03) ve alfa linoleik asit (% 8.83 ± 0.02) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5.8. Deneme yemlerinde kullanılan yağ kaynaklarının yağ asidi değerleri (%)

Yağ Asitleri	Balık Yağı	Aspir Yağı	Kanola Yağı
C14:0	6.65±0.01	0.11±0.02	0.04±0.01
C15:0	0.82±0.01	–	–
C16:0	20.88±0.19	6.30±0.01	4.63±0.06
C17:0	0.61±0.03	0.04±0.01	–
C18:0	4.18±0.01	2.25±0.01	1.53±0.01
C20:0	0.58±0.03	0.31±0.03	0.44±0.01
C22:0	0.17±0.01	0.25±0.01	0.30±0.01
C24:0	–	0.11±0.01	0.09±0.01
ΣSFA	33.96±0.03	9.35±0.05	7.01±0.07
C16:1	6.50±0.09	0.07±0.01	0.16±0.01
C18:1ω-9	16.72±0.25	23.09±0.31	61.30±0.11
C20:1	1.01±0.01	0.14±0.01	1.05±0.03
C22:1ω-9	–	–	0.20±0.01
C24:1	0.56±0.07	0.13±0.02	0.10±0.01
Σ MUFA	24.79±0.09	23.43±0.28	62.81±0.06
C18:2ω-6c	4.08±0.09	66.71±0.09	21.23±0.03
C18:3ω-3	1.40±0.06	0.09±0.01	8.83±0.02
C20:5ω-3	13.61±0.01	–	–
C20:4ω-6	1.03±0.09	–	–
C22:5ω-3	1.17±0.06	–	–
C22:6ω-3	16.69±0.10	–	–
Σ PUFA	41.25±0.10	66.80±0.09	30.17±0.03

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

5.7.2. Toplam Doymuş Yağ Asitleri (SFA) Değerlerine İlişkin Bulgular

5.7.2.1. Deneme Yemlerindeki Toplam SFA Değerlerine İlişkin Bulgular

Deneme yemlerinde belirlenen toplam doymuş yağ asitleri (SFA) miktarları Çizelge 5.9'da gösterilmiştir. Deneme yemlerinde belirlenen toplam doymuş yağ asitlerinden en baskın yağ asidi palmitik asittir (C16:0). Palmitik asidin en düşük ve yüksek değerleri toplam SFA ile paralellik göstermektedir. Deneme yemlerinde palmitik asitten sonra miristik asit (C14:0) ve stearik (C18:0) asitin en baskın yağ asitleri olduğu belirlenmiştir.

Deneme yemlerinde en yüksek miristik asit değeri BY yeminde ($\% 7.02 \pm 0.01$), en düşük değer ise KY yeminde ($\% 0.89 \pm 0.01$) tespit edilmiştir (Şekil 5.6). İstatiksel analiz sonucunda, deneme yemlerinde elde edilen miristik asit değerlerindeki farkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Deneme yemlerinde en yüksek palmitik asit değeri $\% 22.77 \pm 0.03$ ile BY yeminde, en düşük değer ise $\% 7.39 \pm 0.02$ ile KY yeminde tespit edilmiştir (Şekil 5.6). Gruplar arasındaki farkın istatiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Doymuş yağ asitlerinden yemlerde baskın olarak bulunan stearik asit değerleri incelendiğinde en yüksek değer yine BY yeminde ($\% 4.82 \pm 0.03$), en düşük değer ise KY yeminde ($\% 2.12 \pm 0.01$) tespit edilmiştir (Şekil 5.6). İstatiksel analiz sonucunda gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

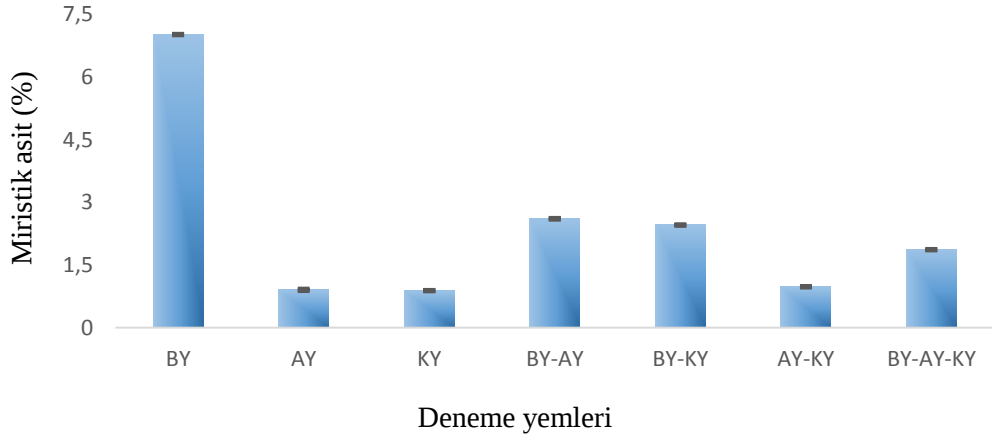
Çizelge 5.9. Deneme yemlerinde toplam doymuş yağ asitleri (SFA) değerleri

Yağ Asidi	Deneme Yemleri						
	BY	AY	KY	BY-AY	BY-KY	AY-KY	BY-AY-KY
C12:0	0.11±0.01 ^d	0.01±0.01 ^a	0.02±0.01 ^{ab}	0.03±0.01 ^{bc}	0.04±0.01 ^c	0.01±0.01 ^a	0.03±0.01 ^{bc}
C14:0	7.02±0.01 ^f	0.91±0.02 ^a	0.89±0.01 ^a	2.61±0.01 ^e	2.46±0.01 ^d	0.98±0.01 ^b	1.87±0.01 ^c
C15:0	1.00±0.02 ^f	0.15±0.01 ^a	0.15±0.01 ^a	0.38±0.01 ^e	0.36±0.01 ^d	0.17±0.01 ^b	0.30±0.01 ^c
C16:0	22.77±0.03 ^f	8.87±0.02 ^b	7.39±0.02 ^a	12.58±0.02 ^e	11.06±0.02 ^c	8.89±0.02 ^b	11.76±0.06 ^d
C17:0	0.74±0.01 ^f	0.14±0.01 ^a	0.15±0.01 ^a	0.31±0.01 ^e	0.29±0.01 ^d	0.16±0.01 ^b	0.25±0.01 ^c
C18:0	4.82±0.03 ^e	2.78±0.02 ^c	2.12±0.01 ^a	3.29±0.02 ^d	2.70±0.01 ^{bc}	2.67±0.02 ^b	3.24±0.02 ^d
C20:0	0.89±0.02 ^f	0.49±0.01 ^a	0.58±0.01 ^{bc}	0.62±0.01 ^{cd}	0.63±0.01 ^{de}	0.56±0.01 ^b	0.67±0.01 ^e
C21:0	0.08±0.01 ^c	0.01±0.01 ^a	—	0.04±0.01 ^b	0.08±0.01 ^c	—	0.04±0.01 ^b
C22:0	0.26±0.01 ^a	0.30±0.01 ^b	0.34±0.01 ^d	0.32±0.01 ^{bc}	0.35±0.02 ^{cd}	0.34±0.01 ^{cd}	0.36±0.01 ^d
C23:0	0.05±0.01 ^b	0.02±0.01 ^a	0.02±0.01 ^a	0.03±0.01 ^a	0.03±0.02 ^a	0.02±0.01 ^a	0.03±0.01 ^a
C24:0	0.14±0.01 ^{abc}	0.15±0.01 ^{bc}	0.13±0.01 ^{ab}	0.16±0.01 ^{cd}	0.13±0.01 ^a	0.15±0.01 ^c	0.17±0.01 ^d
ΣSFA	37.94±0.09^f	13.82±0.04^b	11.80±0.01^a	20.37±0.03^e	18.13±0.01^c	13.96±0.02^b	18.84±0.09^d

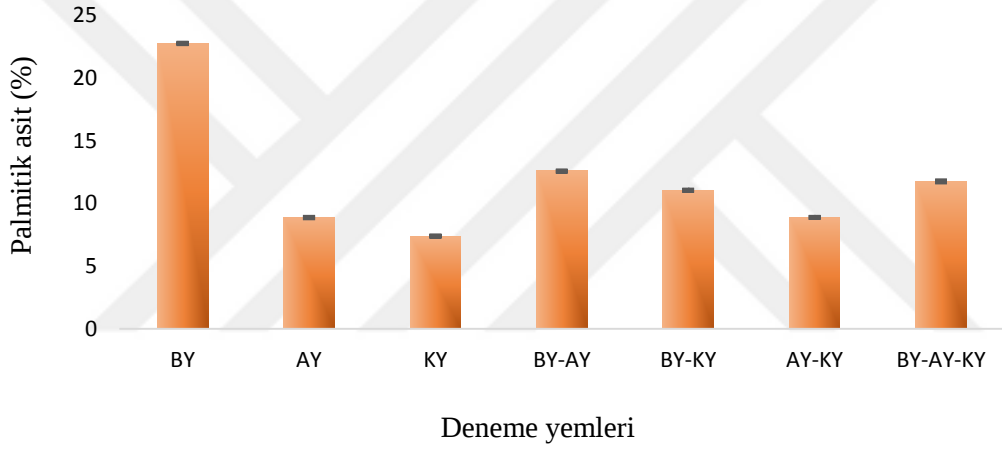
Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

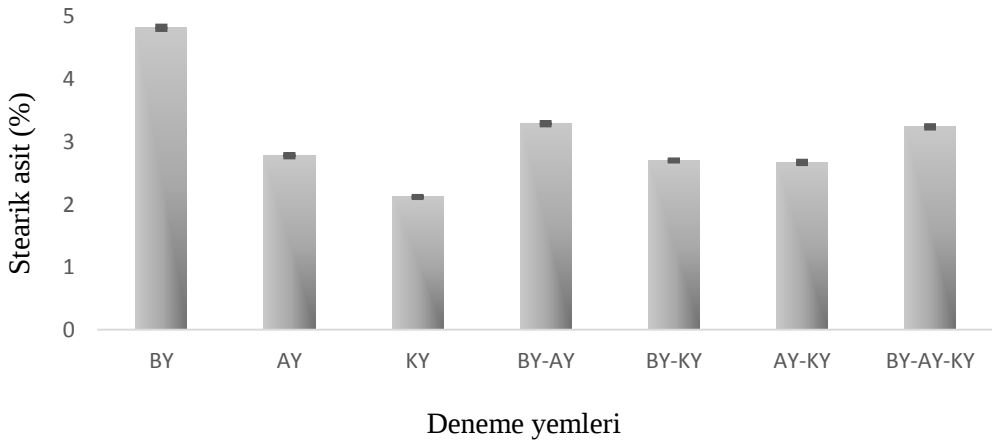
a



b

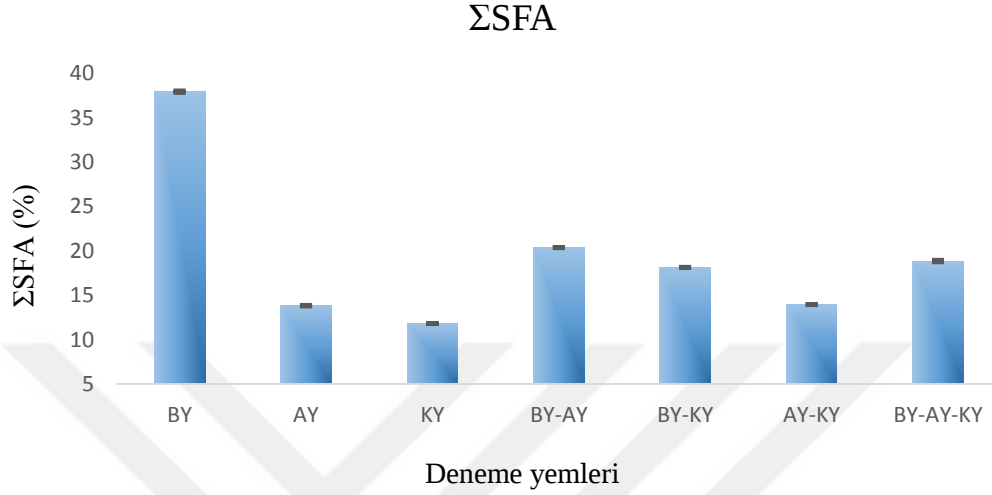


c



Şekil 5.6. Deneme yemlerinde miristik asit (a), palmitik asit (b) ve stearık asit (c) miktarları (%)

Deneme yemlerindeki toplam SFA değerleri incelendiğinde en yüksek değer BY yeminde (% 37.94±0.09), en düşük değer ise KY yeminde (% 11.80±0.01) elde edilmiştir (şekil 5.7). İstatiksel analiz sonucunda toplam SFA değerleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).



şekil 5.7. Deneme yemlerinde toplam SFA değerleri (%)

5.7.2.2. Deneme Balıklarındaki Toplam SFA Değerlerine İlişkin Bulgular

Deneme yemleri ile beslenen deneme balıklarında elde edilen toplam SFA değerleri Çizelge 5.10’da verilmiştir. Deneme sonunda balıklarda tespit edilen SFA değerleri, deneme yemleri ile paralellik göstermiştir. Deneme sonunda balık etinde yapılan analizler sonucunda miristik asit, palmitik asit ve stearik asit yağ asitlerinin baskın olduğu tespit edilmiştir.

Deneme başında balık etinde % 3.84±0.06 olarak tespit edilen miristik asit değerinde, deneme sonunda tüm gruplarda azalma tespit edilmiştir (şekil 5.8). Deneme gruplarında en büyük değer BY grubunda, en küçük değer ise KY grubunda tespit edilmiştir. Yapılan istatiksel analiz sonucunda, AY, AY-KY ve BY-AY-KY grupları ve BY-AY ile BY-KY grupları arasındaki farkın önemsiz olduğu ($p>0.05$), diğer deneme grupları arasındaki farkların ise önemli olduğu ($p<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 5.10. Deneme başı ve sonu balık etinde toplam SFA miktarları (%)

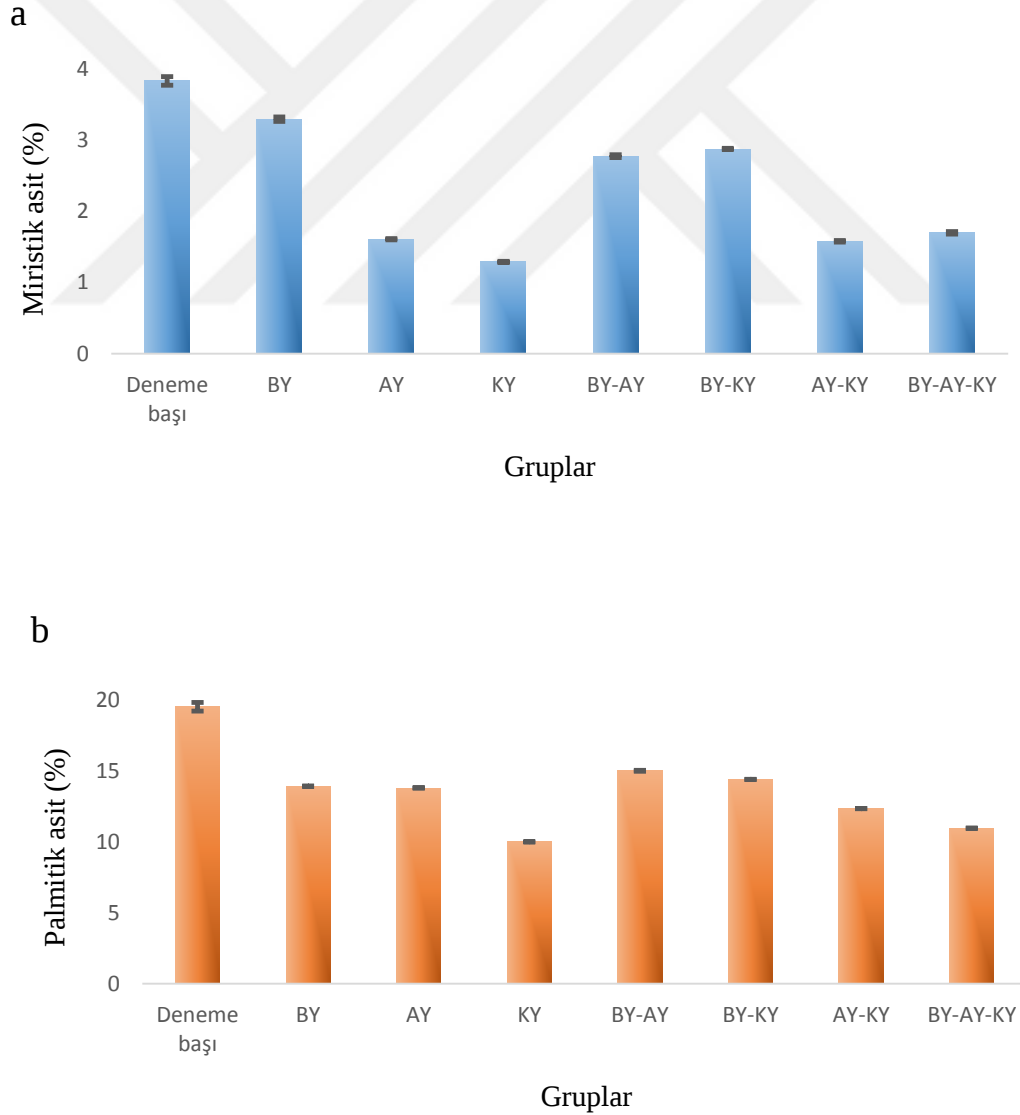
Yağ Asidi	Deneme Başı	Deneme Grupları						
		BY	AY	KY	BY-AY	BY-KY	AY-KY	BY-AY-KY
C12:0	0.07±0.02	0.04±0.01 ^{ab}	0.02±0.01 ^a	0.02±0.01 ^a	0.04±0.01 ^{ab}	0.04±0.01 ^{ab}	0.02±0.01 ^a	0.02±0.01 ^a
C14:0	3.84±0.06	3.30±0.03 ^d	1.61±0.01 ^b	1.29±0.01 ^a	2.78±0.02 ^c	2.88±0.01 ^c	1.58±0.01 ^b	1.70±0.02 ^b
C15:0	0.59±0.03	0.48±0.01 ^c	0.31±0.01 ^b	0.24±0.01 ^a	0.45±0.01 ^c	0.46±0.01 ^c	0.30±0.01 ^b	0.27±0.01 ^{ab}
C16:0	19.50±0.26	13.91±0.01 ^{de}	13.78±0.03 ^d	9.99±0.01 ^a	14.98±0.03 ^f	14.38±0.01 ^e	12.32±0.02 ^c	10.94±0.02 ^b
C17:0	0.47±0.02	0.40±0.01 ^c	0.27±0.01 ^b	0.21±0.01 ^a	0.38±0.01 ^c	0.38±0.01 ^c	0.24±0.01 ^{ab}	0.26±0.01 ^{ab}
C18:0	5.31±0.01	3.52±0.02 ^c	4.45±0.01 ^g	2.85±0.01 ^a	4.08±0.01 ^f	3.71±0.01 ^e	3.63±0.03 ^d	3.20±0.01 ^b
C20:0	0.45±0.01	0.34±0.01 ^a	0.43±0.01 ^{bd}	0.44±0.03 ^{bd}	0.45±0.01 ^{bcd}	0.50±0.01 ^c	0.41±0.01 ^{bd}	0.39±0.01 ^{ad}
C22:0	0.16±0.03	0.11±0.02 ^a	0.25±0.01 ^{cd}	0.22±0.01 ^{bd}	0.19±0.01 ^{bd}	0.22±0.01 ^{bd}	0.23±0.01 ^{cd}	0.18±0.01 ^{bd}
C23:0	0.04±0.01	0.01±0.01 ^a	0.04±0.01 ^b	0.04±0.01 ^b	0.04±0.01 ^b	0.05±0.01 ^b	0.04±0.01 ^b	0.02±0.01 ^a
C24:0	0.10±0.01	0.05±0.01 ^a	0.15±0.01 ^c	0.10±0.01 ^b	0.11±0.01 ^b	0.11±0.01 ^b	0.12±0.01 ^b	0.11±0.01 ^b
ΣSFA	30.54±0.15	22.18±0.02^e	21.30±0.02^d	15.40±0.03^a	23.51±0.04^g	22.73±0.01^f	18.89±0.04^c	17.09±0.03^b

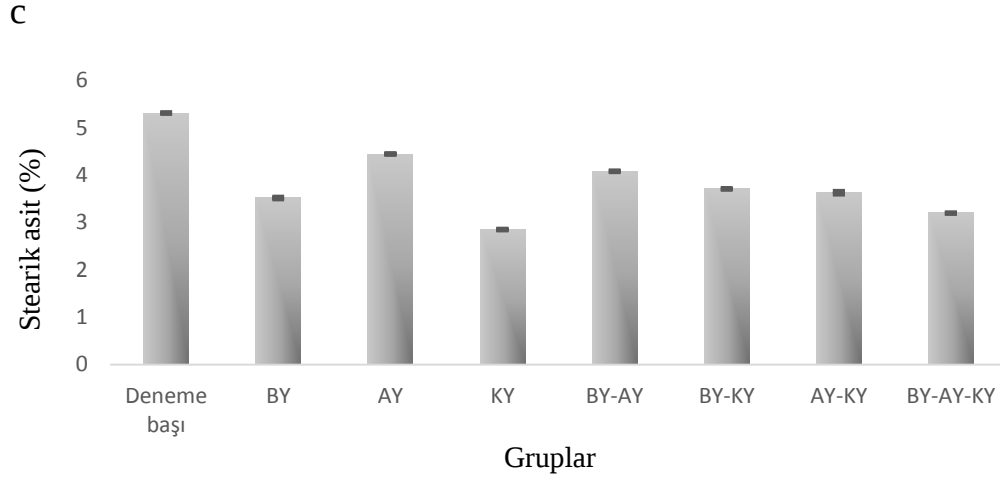
Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

SFA değerleri incelendiğinde en yüksek oranda tespit edilen palmitik asit deneme başında balık etinde % 19.50 ± 0.26 olarak bulunmuştur (şekil 5.8). Deneme gruplarında, en düşük değer KY grubunda, en yüksek değer ise BY-AY grubunda bulunmuştur. Deneme gruplarındaki değerler incelendiğinde, BY grubunun AY ve BY-KY grupları ile arasındaki farkın önemli olmadığı ($p > 0.05$), diğer deneme grupları arasındaki farkların ise önemli olduğu ($p < 0.05$) tespit edilmiştir.

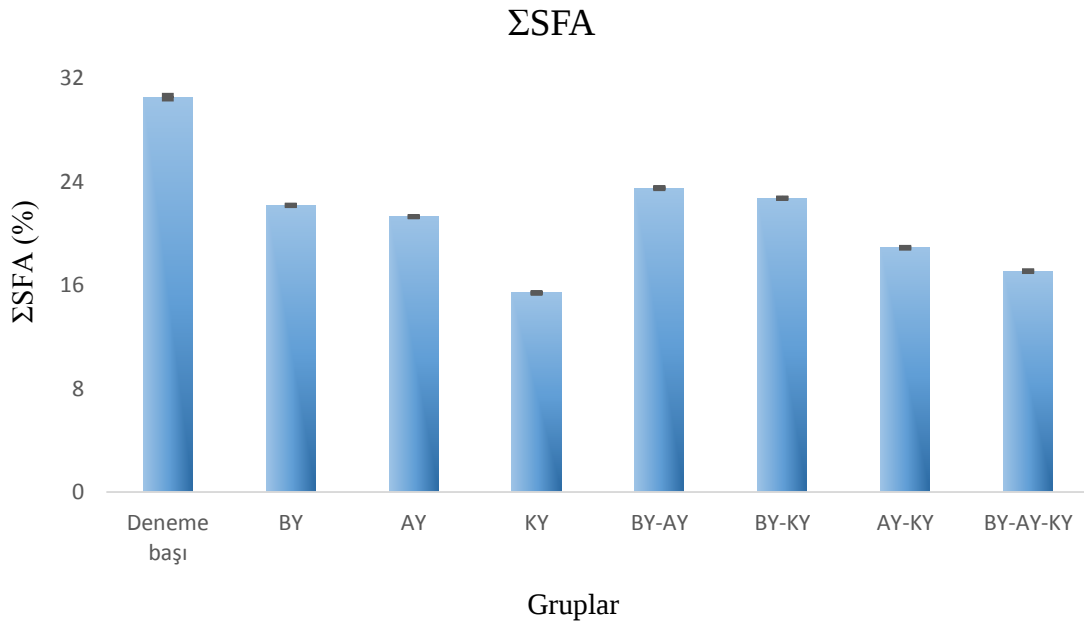
Deneme başında ve sonunda balık etlerinde baskın olarak bulunan bir diğer SFA ise stearik asittir. Deneme başında % 5.31 ± 0.01 olarak tespit edilen stearik asit değeri deneme sonunda tüm gruplarda azalmıştır (şekil 5.8). Deneme sonunda en düşük değer KY grubunda, en yüksek değer ise AY grubunda elde edilmiştir. İstatiksel analiz sonucunda tüm gruplardaki farkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).





Şekil 5.8. Deneme başında ve sonunda miristik asit (a), palmitik asit (b) ve stearik asit (c) değerleri (%)

Toplam SFA değerleri incelendiğinde, deneme başında % 30.54 ± 0.15 olarak tespit edilmiş olan SFA değerinin deneme sonunda tüm gruplarda azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 5.9). Deneme sonunda en düşük değer KY grubunda (% 15.40 ± 0.03), en yüksek değer ise BY-AY grubunda (% 23.51 ± 0.04) tespit edilmiştir. İstatiksel analiz sonucunda, gruplar arasındaki farkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).



Şekil 5.9. Deneme başı ve sonu balık etindeki toplam SFA miktarları (%)

5.7.3. Toplam Tekli Doymamış Yağ Asitlerine (MUFA) İlişkin Bulgular

5.7.3.1. Deneme Yemlerindeki Toplam MUFA Değerlerine İlişkin Bulgular

Kullanılan yağ kaynağının MUFA değerleri, deneme yemlerindeki toplam MUFA değerleri ile paralellik göstermiştir. Kanola yağında toplam MUFA miktarı, denemede kullanılan diğer yağ kaynaklarına (balık yağı ve aspir yağı) göre daha yüksek tespit edilmiştir. Deneme yemlerinde ise içeriğinde kanola yağı kullanılan deneme yemlerinde toplam MUFA değerleri yüksek, kullanılmayanlarda ise düşük çıkmıştır. Buna göre en yüksek değer KY deneme yeminde (52.25 ± 0.03), en düşük değer ise AY grubunda (23.69 ± 0.01) elde edilmiştir (Şekil 5.10). Deneme yemlerine ait MUFA değerleri Çizelge 5.11’de verilmiştir. İstatiksel analiz sonucunda AY yemi ile BY-AY yemi arasındaki farkın, BY-KY yemi ile BY-AY-KY yemi arasındaki farkın önemli olmadığı ($p > 0.05$); diğer gruplar arasındaki farkların ise önemli olduğu ($p < 0.05$) tespit edilmiştir.

Deneme yemlerinde tespit edilen en baskın MUFA’lar oleik asit ($C18:1\omega-9c$) ve palmitoleik asit ($C16:1$)’tir. Oleik asitçe zengin olan kanalo yağının kullanıldığı yemlerde oleik asit miktarı, kullanılmayan yemlere göre oldukça yüksek bulunmuştur. En yüksek oleik asit değeri KY yeminde (49.94 ± 0.03), en düşük değer ise BY yeminde (17.98 ± 0.01) tespit edilmiştir (Şekil 5.11). Oleik asit değerleri incelendiğinde, BY-KY yeminin, AY-KY ve BY-AY-KY yemleri ile arasındaki farkın önemsiz olduğu ($p > 0.05$), diğer gruplar arasındaki farkların ise önemli olduğu ($p < 0.05$) tespit edilmiştir.

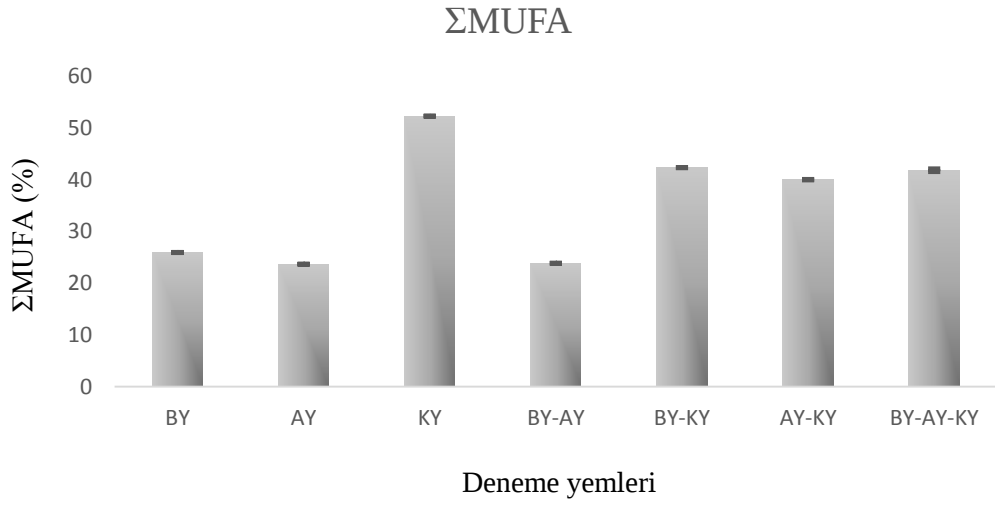
Palmitoleik asit değerleri incelendiğinde en düşük değer 0.71 ± 0.01 ile AY yeminde, en yüksek değer ise 5.99 ± 0.01 ile BY grubunda tespit edilmiştir (Şekil 5.11). İstatiksel analiz sonucunda, KY yeminin AY-KY yemi ile arasındaki farkın, BY-AY yeminin BY-KY yemi ile arasındaki farkın önemli olmadığı ($p > 0.05$); diğer grupların aralarındaki farkların ise önemli olduğu ($p < 0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 5.11. Deneme yemlerindeki toplam MUFA miktarları (%)

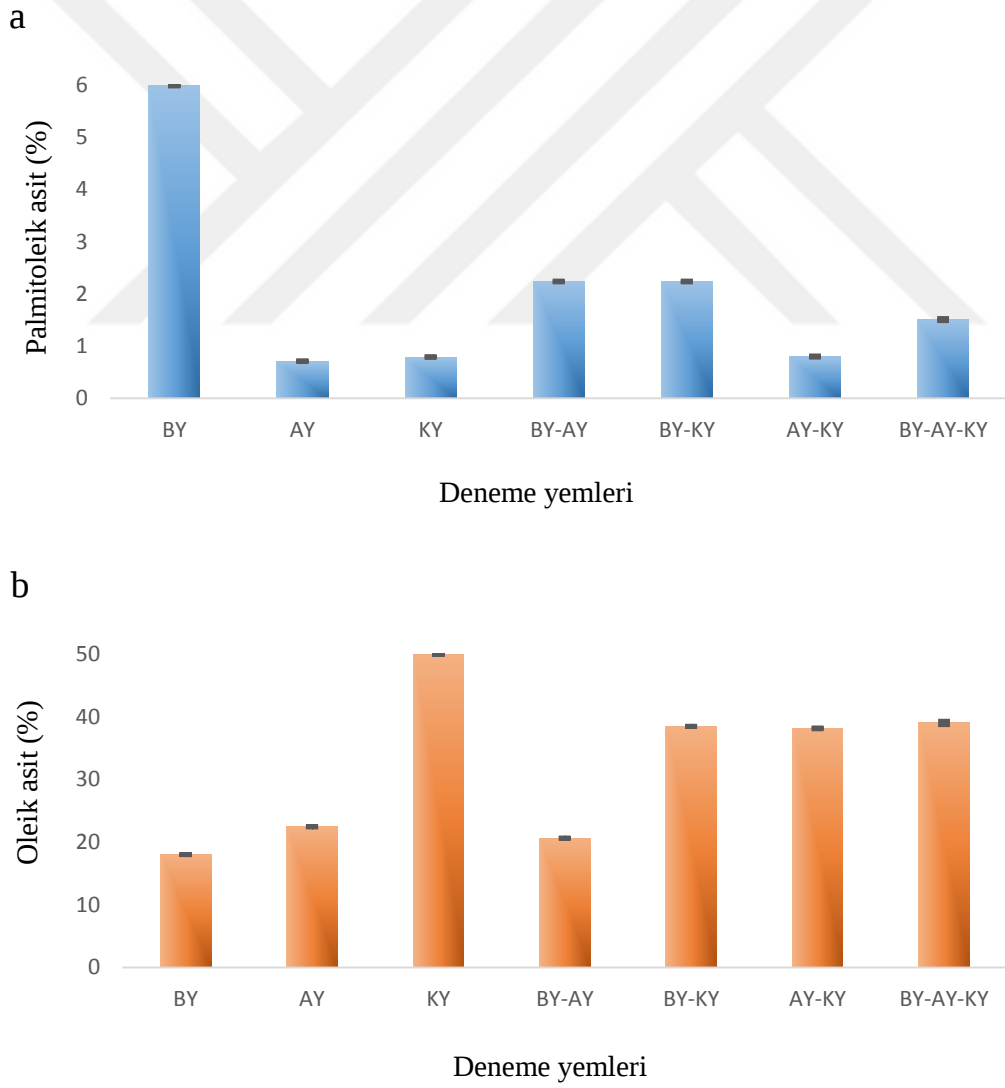
Yağ asidi	BY	AY	KY	BY-AY	BY-KY	AY-KY	BY-AY-KY
C16:1	5.99±0.01 ^e	0.71±0.01 ^a	0.79±0.01 ^b	2.24±0.01 ^d	2.24±0.01 ^d	0.80±0.01 ^b	1.51±0.02 ^c
C18:1ω-9t	0.08±0.01 ^b	0.03±0.01 ^{ac}	0.03±0.02 ^{ac}	0.05±0.01 ^{ab}	0.04±0.01 ^{ac}	0.02±0.01 ^a	0.06±0.01 ^{bc}
C18:1ω-9c	17.98±0.02 ^a	22.44±0.01 ^c	49.94±0.03 ^f	20.63±0.03 ^b	38.48±0.02 ^{de}	38.15±0.08 ^d	39.01±0.26 ^e
C20:1	1.21±0.01 ^f	0.26±0.01 ^a	1.11±0.01 ^e	0.55±0.01 ^b	1.09±0.01 ^e	0.71±0.01 ^c	0.84±0.01 ^d
C22:1ω-9	0.19±0.02 ^e	0.03±0.01 ^a	0.21±0.01 ^e	0.09±0.01 ^b	0.20±0.01 ^e	0.12±0.01 ^c	0.15±0.01 ^d
C24:1	0.49±0.01 ^e	0.23±0.01 ^b	0.19±0.01 ^a	0.30±0.01 ^d	0.27±0.01 ^c	0.21±0.01 ^b	0.27±0.01 ^c
ΣMUFA	25.94±0.02^b	23.69±0.01^a	52.25±0.03^e	23.86±0.03^a	42.32±0.01^d	40.00±0.08^c	41.82±0.28^d

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).



Şekil 5.10. Deneme yemlerinde toplam MUFA miktarları (%)



Şekil 5.11. Deneme yemlerinde palmitoleik asit (a) ve oleik asit (b) değerleri (%)

5.7.3.2. Deneme Balıklarındaki Toplam MUFA Değerlerine İlişkin Bulgular

Deneme başı ve sonu balık etindeki toplam MUFA miktarları Çizelge 5.12’de verilmiştir. Balık etlerinde MUFA grubu yağ asitlerinden palmitoleik asit, oleik asit ve eikosenoik asit baskın olarak bulunmuştur. Ayrıca sadece BY grubunda miristoleik asit (C14:1) tespit edilmiştir.

MUFA grubu yağ asitlerinden en çok baskın olarak tespit edilen yağ asidi oleik asittir. Deneme başında % 31.18 ± 0.35 olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.12). Deneme başı oleik asit değerine göre AY ve BY-AY gruplarında azalma, diğer deneme gruplarında ise artış tespit edilmiştir. Deneme gruplarında en yüksek oleik asit değeri % 48.57 ± 0.02 ile KY grubunda, en düşük değer ise % 24.95 ± 0.02 ile BY-AY grubunda tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda gruplar arasındaki farkların önemli olduğu ($p < 0.05$) tespit edilmiştir.

Bir diğer baskın yağ asidi olan palmitoleik asit deneme başında % 4.14 ± 0.02 olarak bulunmuş ve deneme sonunda tüm gruplarda azaldığı tespit edilmiştir. Deneme sonunda en düşük değer % 1.32 ± 0.01 ile KY grubunda, en yüksek değer ise % 3.72 ± 0.09 ile BY grubunda tespit edilmiştir (Şekil 5.12). İstatistiksel analiz sonucunda; AY grubu ile KY ve AY-KY grupları arasındaki farkın, BY-AY grubu ile BY-KY grubu arasındaki farkın, AY-KY grubu ile BY-AY-KY grubu arasındaki farkın önemli olmadığı ($p > 0.05$); diğer gruplar arasındaki farkların ise önemli olduğu ($p < 0.05$) tespit edilmiştir.

Eikosenoik asit değerleri incelendiğinde; deneme başında % 2.01 ± 0.04 olan değer deneme sonunda sadece KY grubunda arttığı, diğer gruplarda ise azaldığı tespit edilmiştir. Deneme sonunda en düşük değer % 1.02 ± 0.01 ile AY grubunda, en yüksek değer ise % 2.29 ± 0.03 ile KY grubunda elde edilmiştir (Şekil 5.12). İstatistiksel analiz sonucunda; BY grubu ile AY grubu arasındaki farkın önemsiz olduğu ($p > 0.05$), diğer gruplar arasındaki farkların ise önemli olduğu ($p < 0.05$) sonucu ortaya çıkmıştır.

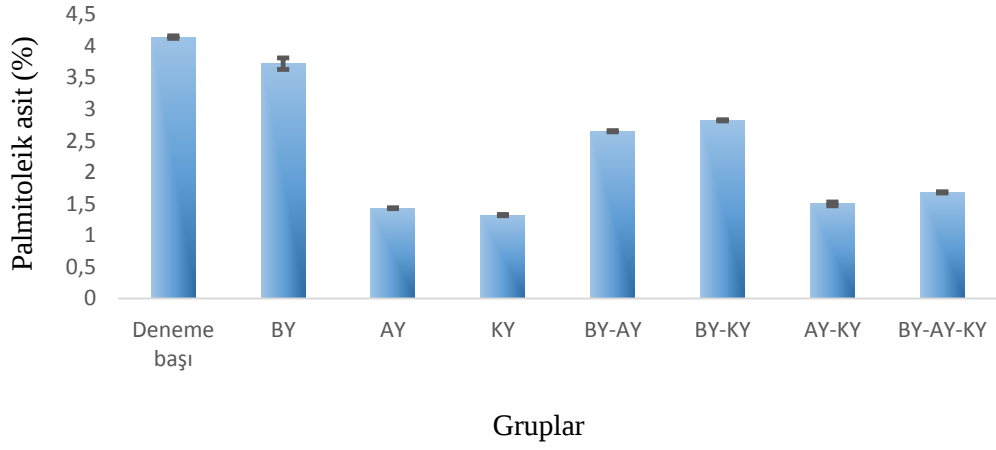
Çizelge 5.12. Deneme başı ve sonu balık etindeki toplam MUFA değerleri (%)

Yağ asidi	Deneme Başı	Deneme Grupları						
		BY	AY	KY	BY-AY	BY-KY	AY-KY	BY-AY-KY
C14:1	—	0.03±0.01	—	—	—	—	—	—
C16:1	4.14±0.02	3.72±0.09 ^d	1.43±0.01 ^a	1.32±0.01 ^a	2.65±0.01 ^c	2.82±0.01 ^c	1.50±0.03 ^{ab}	1.68±0.01 ^b
C18:1ω-9t	0.24±0.01	0.05±0.01 ^{ab}	0.08±0.01 ^b	0.08±0.02 ^b	0.09±0.01 ^b	0.07±0.01 ^{ab}	0.08±0.02 ^b	0.02±0.01 ^a
C18:1ω-9c	31.18±0.35	40.75±0.08 ^e	29.25±0.01 ^b	48.57±0.02 ^g	24.95±0.02 ^a	41.60±0.05 ^f	39.62±0.02 ^d	33.74±0.05 ^c
C20:1	2.01±0.04	1.03±0.04 ^a	1.02±0.01 ^a	2.29±0.03 ^f	1.16±0.01 ^b	1.95±0.01 ^e	1.69±0.02 ^d	1.49±0.01 ^c
C22:1ω-9	0.21±0.04	0.13±0.01 ^a	0.11±0.01 ^a	0.27±0.01 ^b	0.15±0.01 ^a	0.26±0.01 ^b	0.21±0.01 ^{bc}	0.18±0.01 ^{ac}
C24:1	0.54±0.01	0.29±0.04 ^{ab}	0.32±0.01 ^{ab}	0.31±0.01 ^{ab}	0.32±0.01 ^{ab}	0.37±0.01 ^b	0.37±0.01 ^b	0.28±0.01 ^a
ΣMUFA	38.32±0.34	45.99±0.17^e	32.20±0.01^b	52.83±0.06^g	29.31±0.02^a	47.06±0.04^f	43.45±0.02^d	37.36±0.04^c

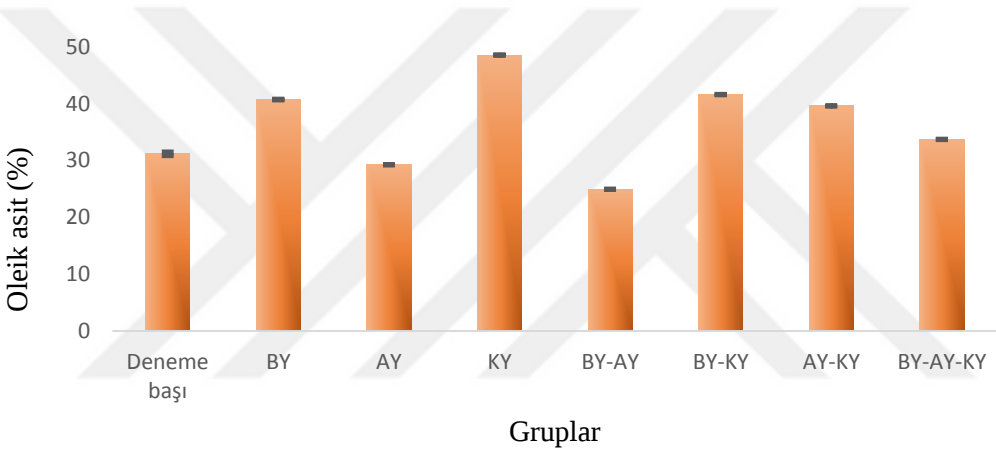
Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

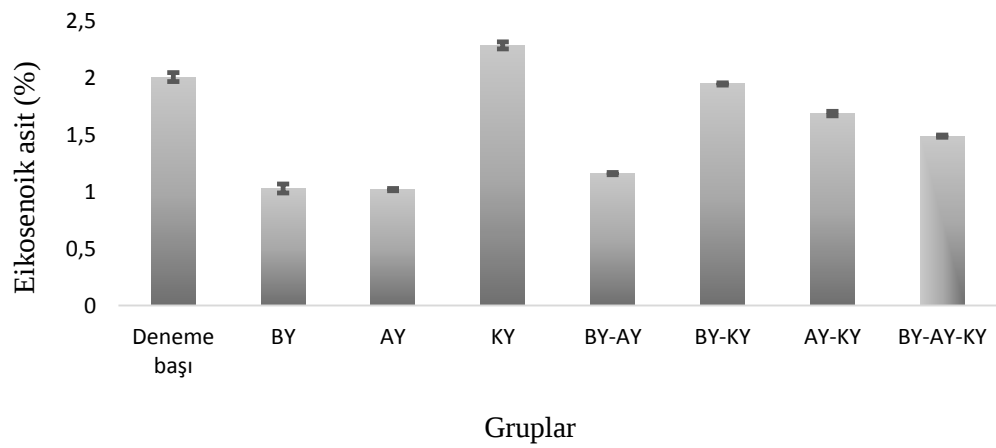
a



b

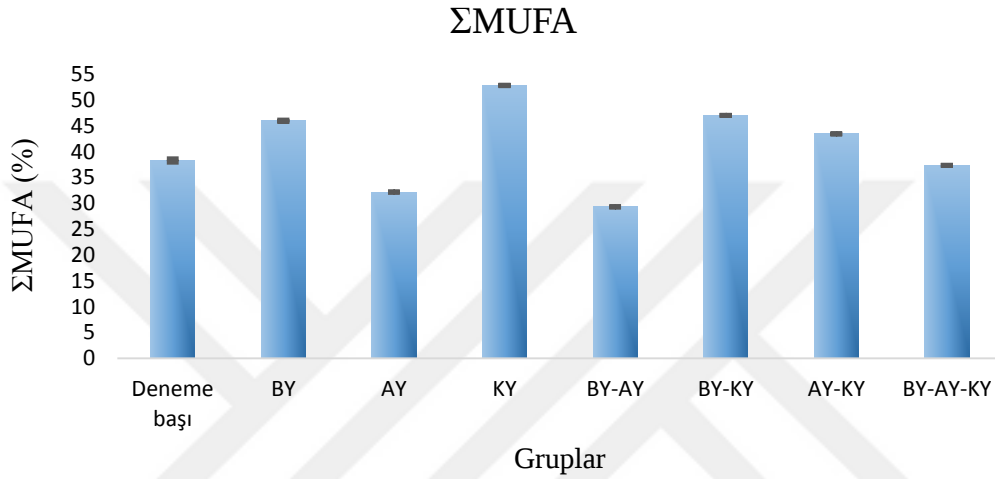


c



Şekil 5.12. Deneme başı ve sonu balık etinde palmitoleik asit (a), oleik asit (b) ve eikosenoik asit (c) miktarları (%)

Deneme başında toplam MUFA değeri % 38.32 ± 0.34 olarak bulunmuştur. Deneme sonunda, kanola yağı içeren yemlerle beslenen balıklarda toplam MUFA değerlerinde artış, içerisinde aspir yağı içeren yemlerle beslenen balıklarda ise azalma tespit edilmiştir. Deneme sonunda en düşük toplam MUFA değeri % 29.31 ± 0.02 ile BY-AY grubunda, en yüksek değer ise % 52.83 ± 0.06 ile KY grubunda elde edilmiştir (Şekil 5.13). İstatiksel analiz sonucunda gruplar arasındaki farkın önemli olduğu ($p < 0.05$) tespit edilmiştir.



Şekil 5.13. Deneme başı ve sonu balık etinde toplam MUFA miktarları (%)

5.7.4. Toplam Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (PUFA) Değerlerine İlişkin Bulgular

5.7.4.1. Deneme Yemlerindeki Toplam PUFA Değerlerine İlişkin Bulgular

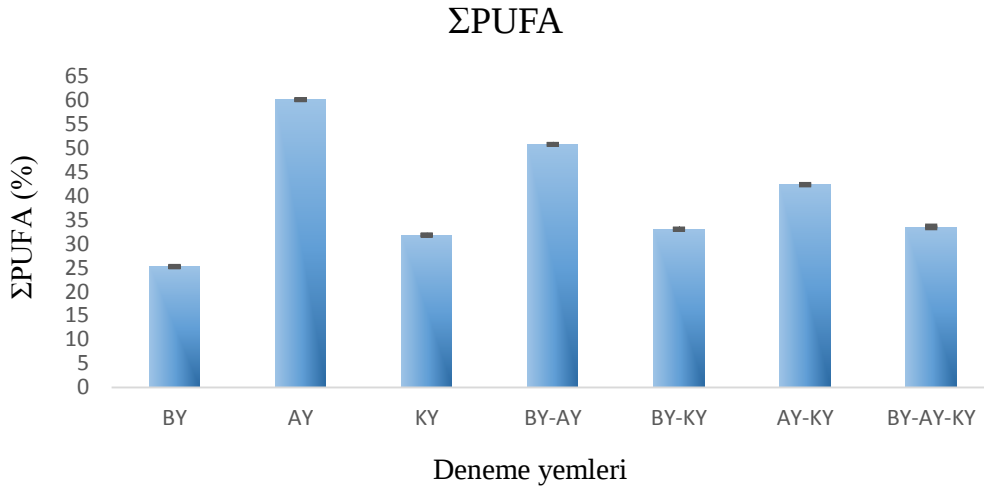
Aspir yağının toplam PUFA miktarı, araştırmada kullanılan diğer yağ kaynaklarından fazladır. Bunun nedeni kullanılan aspir yağının linoleik asit miktarının yüksek olmasıdır. Araştırmada aspir yağı kullanılan yemlerin toplam PUFA miktarları, diğer yağ kaynaklarının (balık yağı ve kanola yağı) kullanıldığı yemlere göre daha yüksek bulunmuştur. Deneme yemlerinde en yüksek PUFA değeri % 60.19 ± 0.05 ile AY yeminde, en düşük değer ise % 25.25 ± 0.07 ile BY yeminde elde edilmiştir (Şekil 5.14). Deneme yemlerine ait toplam PUFA değerleri Çizelge 5.13'te verilmiştir. İstatiksel analiz sonucunda gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir. Deneme yemlerinde PUFA grubu yağ asitlerinden en baskın olanları linoleik asit ($C18:2\omega-6c$), α -linolenik asit ($C18:3\omega-3$), eikosapentaenoik asit ($C20:5\omega-3$, EPA), dokosaheksanoik asit ($C22:6\omega-3$, DHA)'tir.

Çizelge 5.13. Deneme yemlerine ait toplam PUFA miktarları (%)

Yağ asidi	BY	AY	KY	BY-AY	BY-KY	AY-KY	BY-AY-KY
C18:2ω-6c	7.39±0.02 ^a	56.28±0.04 ^g	20.58±0.05 ^c	39.30±0.02 ^f	16.26±0.03 ^b	36.22±0.08 ^e	28.74±0.20 ^d
C18:3ω-3	1.17±0.01 ^c	0.38±0.01 ^a	7.30±0.01 ^g	0.74±0.01 ^b	5.38±0.01 ^f	3.31±0.01 ^e	2.28±0.01 ^d
C18:3ω-6	0.14±0.01 ^e	0.02±0.01 ^a	0.08±0.01 ^c	0.07±0.01 ^c	0.12±0.01 ^d	0.04±0.01 ^b	0.04±0.01 ^b
C20:2	1.44±0.01 ^f	0.22±0.01 ^a	0.28±0.01 ^c	0.74±0.01 ^d	0.79±0.01 ^e	0.22±0.01 ^a	0.25±0.01 ^b
C20:3ω-3	0.08±0.01 ^b	—	0.10±0.01 ^c	0.02±0.01 ^a	0.03±0.02 ^a	0.01±0.01 ^a	0.01±0.01 ^a
C20:4ω-6	0.62±0.01 ^d	0.10±0.01 ^a	0.11±0.02 ^a	0.37±0.01 ^b	0.40±0.01 ^c	0.09±0.01 ^a	0.10±0.01 ^a
C20:5ω-3	6.33±0.01 ^f	1.07±0.01 ^b	1.17±0.01 ^c	3.82±0.01 ^d	4.06±0.01 ^e	0.84±0.01 ^a	0.82±0.01 ^a
C22:5ω-3	0.62±0.01 ^e	0.09±0.01 ^b	0.09±0.01 ^b	0.38±0.01 ^d	0.37±0.01 ^d	0.05±0.02 ^a	0.20±0.01 ^c
C22:6ω-3	7.47±0.05 ^f	2.05±0.01 ^c	2.16±0.01 ^c	5.36±0.03 ^d	5.66±0.02 ^e	1.62±0.03 ^b	1.13±0.01 ^a
ΣPUFA	25.25±0.07^a	60.19±0.05^f	31.84±0.03^b	50.84±0.02^e	33.09±0.01^c	42.38±0.06^d	33.56±0.20^c

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).



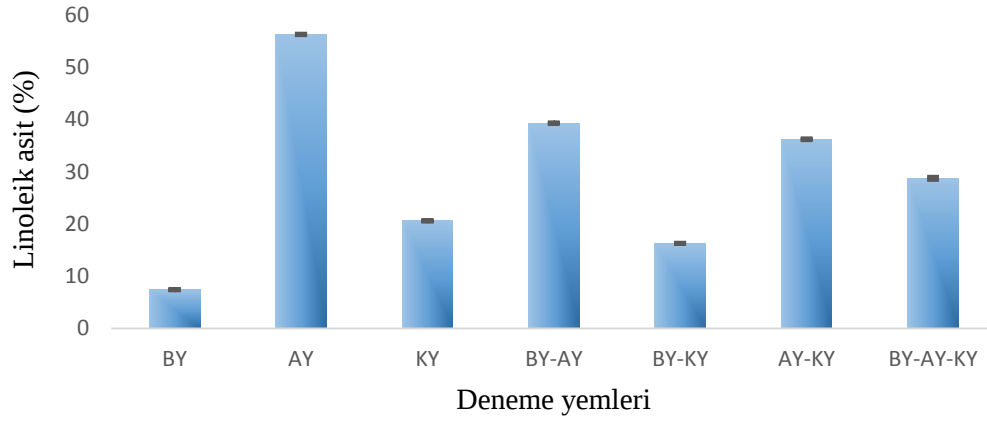
Şekil 5.14. Deneme yemlerinde toplam PUFA miktarları (%)

Deneme yemlerinde linoleik asit miktarları incelendiğinde, aspir yağı içeren yemlerde linoleik asit miktarı yüksek bulunmuştur. En yüksek değer % 56.28 ± 0.04 ile AY yeminde, en düşük değer % 7.39 ± 0.02 ile BY yeminde tespit edilmiştir. İstatiksel analiz sonucunda gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

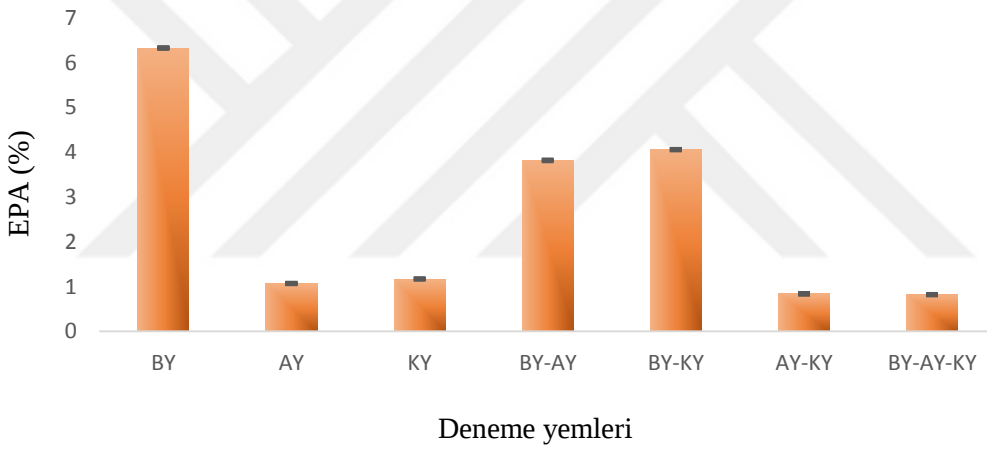
Balık yağı, EPA ve DHA olarak bilinen yağ asitlerini yüksek miktarda içermektedir. Araştırmada kullanılan bitkisel yağların bu yağ asitlerini içermemesi, bu yağların kullanıldığı deneme yemlerinin EPA ve DHA miktarlarının düşük olmasına neden olmuştur. Deneme yemlerinde en yüksek EPA ve DHA değerleri (% 6.33 ± 0.01 , % 7.47 ± 0.05) BY yeminde bulunmuştur (Şekil 5.15). EPA değerleri incelendiğinde, AY-KY ve BY-AY-KY yemleri arasındaki farkın önemsiz olduğu ($p > 0.05$), diğer gruplar arasındaki farkların ise önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). DHA değerleri incelendiğinde, AY ile KY yemleri arasındaki farkın önemsiz olduğu ($p > 0.05$), diğer gruplar arasındaki farkların ise önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Deneme yemlerinde α -linolenik asit miktarı en yüksek değer % 7.30 ± 0.01 ile KY yeminde tespit edilmiştir. Kanola yağında, α -linolenik asit miktarının yüksek olması bu yağın kullanıldığı deneme yemlerinde α -linolenik asit miktarlarının yüksek olmasını sağlamıştır. İstatiksel analiz sonucunda gruplar arasındaki farkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

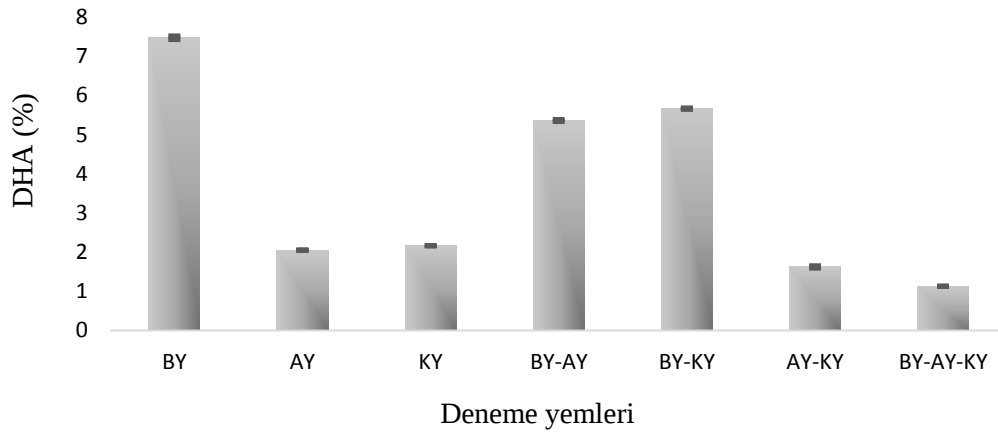
a



b



c



Şekil 5.15. Deneme yemlerinde linoleik asit (a), EPA (b) ve DHA (c) miktarları (%)

5.7.4.2. Deneme Balıklarındaki Toplam PUFA Değerlerine İlişkin Bulgular

Deneme başı ve sonu balık etindeki toplam PUFA miktarları Çizelge 5.14’te verilmiştir. Balık etlerindeki toplam PUFA dağılımı dikkate alındığında linoleik asidin en baskın yağ asidi olduğu belirlenmiştir. Linoleik asit dışında DHA, EPA ve α -linolenik yağ asitleri de önemli oranlarda bulunmuştur.

Linoleik asit miktarı deneme başında % 18.48 ± 0.24 olarak tespit edilmiştir. Linoleik asit miktarı deneme yemleriyle paralellik göstermiştir. İçerisinde aspir yağı bulunan yemlerle beslenen deneme gruplarında linoleik asit miktarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Deneme gruplarında en yüksek değer % 36.32 ± 0.01 ile AY grubunda, en düşük değer ise % 11.49 ± 0.02 ile BY grubunda tespit edilmiştir (Şekil 5.16). İstatiksel analiz sonucunda tüm gruplar arasında farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Deneme başında % 1.55 ± 0.01 olarak tespit edilen DHA miktarının, balık yağı içeren yemlerle beslenen deneme gruplarında artış gösterdiği tespit edilmiştir. Deneme gruplarında en yüksek DHA değeri % 7.10 ± 0.03 ile BY grubunda, en düşük değer ise % 0.67 ± 0.01 ile AY grubunda tespit edilmiştir (Şekil 5.16). İstatiksel analiz sonucunda tüm gruplar arasında farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

PUFA yağ asidi grubunda önemli olan bir diğer yağ asidi EPA olup, deneme başında % 0.45 ± 0.01 olarak belirlenmiştir. DHA gibi balık yağı içeren yemlerle beslenen gruplarda EPA değerlerinde artış tespit edilmiştir. Deneme gruplarında en yüksek EPA değeri BY grubunda (% 2.26 ± 0.01), en düşük değer ise AY grubunda (% 0.12 ± 0.01) bulunmuştur (Şekil 5.16). İstatiksel analiz sonucunda tüm gruplar arasında farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

α -Linolenik asit değeri, deneme başında % 1.15 ± 0.02 olarak tespit edilmiştir. Kanola yağı içeren deneme yemleri ile beslenen gruplarda bu değer arttığı belirlenmiştir. Deneme gruplarında en yüksek değer % 3.05 ± 0.01 ile KY grubunda, en düşük değer ise % 0.31 ± 0.01 ile AY grubunda tespit edilmiştir. İstatiksel analiz sonucunda tüm gruplar arasında farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

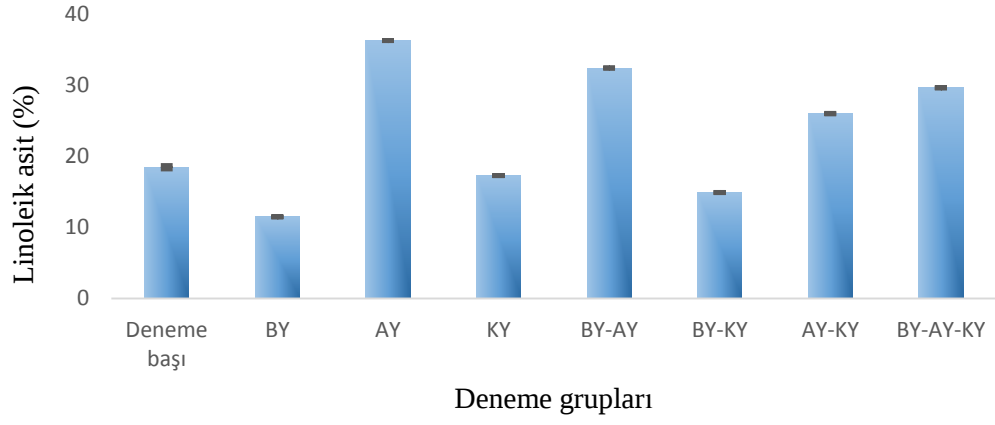
Çizelge 5.14. Deneme başı ve sonu balık etindeki toplam PUFA miktarı (%)

Yağ asidi	Deneme Başı	Deneme Grupları						
		BY	AY	KY	BY-AY	BY-KY	AY-KY	BY-AY-KY
C18:2ω-6c	18.48±0.24	11.49±0.02 ^a	36.32±0.01 ^g	17.31±0.03 ^c	32.44±0.02 ^f	14.92±0.03 ^b	26.04±0.05 ^d	29.65±0.03 ^e
C18:2ω-6t	–	–	0.06±0.01 ^b	–	0.02±0.01 ^a	–	0.03±0.01 ^a	–
C18:3ω-3	1.15±0.02	0.89±0.01 ^c	0.31±0.01 ^a	3.05±0.01 ^g	0.68±0.01 ^b	2.28±0.01 ^f	1.32±0.01 ^d	1.98±0.01 ^e
C18:3ω-6	0.25±0.01	0.13±0.01 ^a	0.83±0.01 ^f	0.46±0.01 ^c	0.45±0.01 ^c	0.22±0.01 ^b	0.60±0.01 ^d	0.65±0.02 ^e
C20:2	1.16±0.02	0.96±0.01 ^b	1.76±0.01 ^f	1.42±0.01 ^d	0.04±0.01 ^a	1.06±0.01 ^c	1.53±0.01 ^e	1.92±0.01 ^g
C20:3ω-3	0.08±0.02	0.09±0.02 ^b	0.02±0.01 ^a	0.19±0.01 ^d	0.07±0.01 ^b	0.15±0.01 ^c	0.07±0.01 ^b	0.13±0.01 ^c
C20:3ω-6	0.31±0.03	0.19±0.01 ^b	1.04±0.01 ^g	0.62±0.01 ^d	0.07±0.01 ^a	0.32±0.01 ^c	0.84±0.01 ^e	0.95±0.03 ^f
C20:4ω-6	0.16±0.01	0.35±0.01 ^e	0.25±0.01 ^c	0.21±0.01 ^b	0.28±0.01 ^d	0.17±0.01 ^a	0.21±0.01 ^b	0.34±0.01 ^e
C20:5ω-3	0.45±0.01	2.26±0.01 ^g	0.12±0.01 ^a	0.38±0.01 ^c	0.66±0.01 ^f	0.56±0.01 ^d	0.20±0.01 ^b	0.61±0.01 ^e
C22:2	0.21±0.01	0.46±0.01 ^d	0.18±0.01 ^a	0.32±0.01 ^{bc}	0.30±0.01 ^b	0.29±0.01 ^b	0.21±0.01 ^a	0.36±0.02 ^c
C22:5ω-3	0.32±0.01	1.06±0.03 ^e	0.30±0.01 ^{bc}	0.24±0.01 ^b	0.49±0.01 ^d	0.37±0.01 ^c	0.14±0.04 ^a	0.34±0.02 ^{bc}
C22:6ω-3	1.55±0.01	7.10±0.03 ^g	0.67±0.01 ^a	2.12±0.01 ^c	3.27±0.03 ^e	2.36±0.02 ^d	1.12±0.04 ^b	3.73±0.04 ^f
ΣPUFA	24.08±0.19	24.95±0.11^b	41.82±0.03^g	26.28±0.02^c	39.37±0.03^e	22.69±0.01^a	32.28±0.04^d	40.64±0.06^f

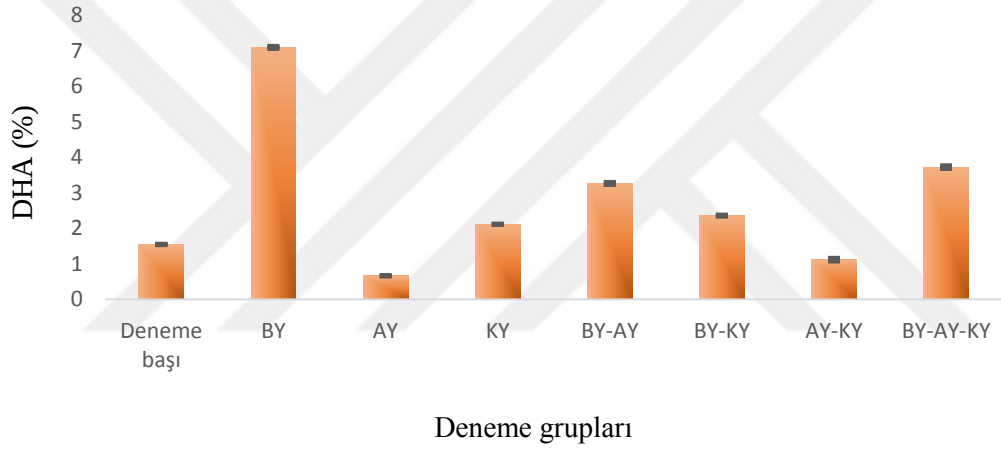
Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

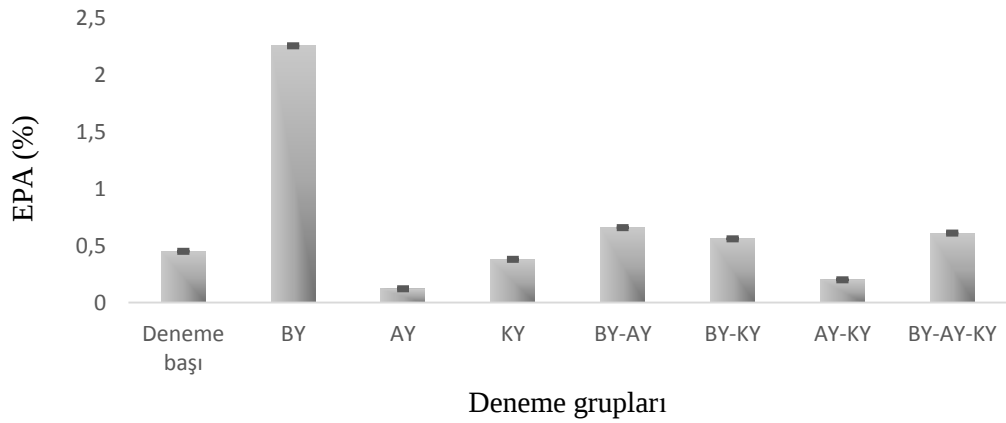
a



b

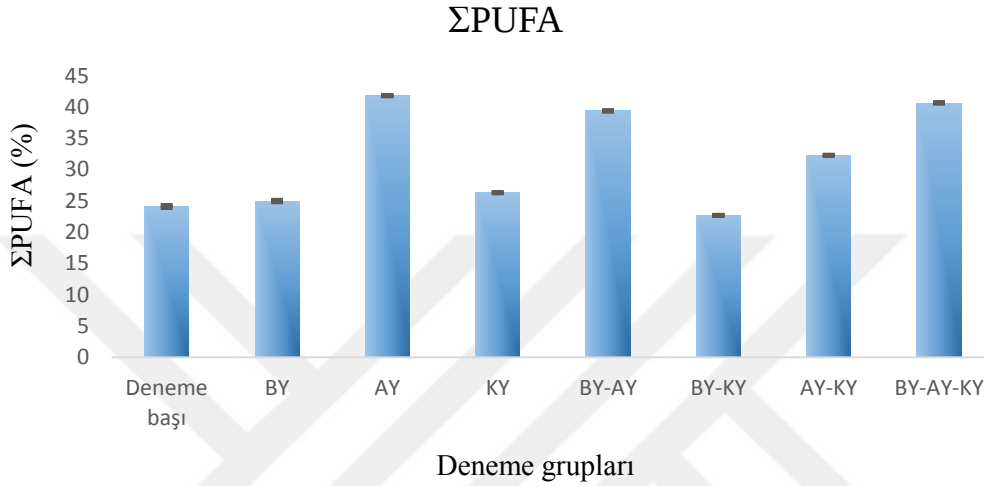


c



Şekil 5.16. Deneme başı ve sonu balık etinde linoleik asit (a), DHA (b) ve EPA (c) miktarları (%)

Deneme başında toplam PUFA miktarı % 24.08 ± 0.19 olarak tespit edilmiştir. Deneme gruplarındaki PUFA değerleri ise deneme yemleri ile paralellik göstermiştir. Aspir yağı içeren yemlerle beslenen gruplarda toplam PUFA değeri, diğer gruplara göre yüksek bulunmuştur. En yüksek değer AY grubunda (% 41.82 ± 0.03), en düşük değer ise BY-KY grubunda (% 22.69 ± 0.01) belirlenmiştir (Şekil 5.17). İstatiksel analiz sonucunda tüm gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).



Şekil 5.17. Deneme başı ve sonu balık etinde toplam PUFA miktarları (%)

5.7.5. Toplam Yağ Asidi Değerlerine İlişkin Bulgular

5.7.5.1. Deneme Yemlerindeki Toplam Yağ Asidi Değerlerine İlişkin Bulgular

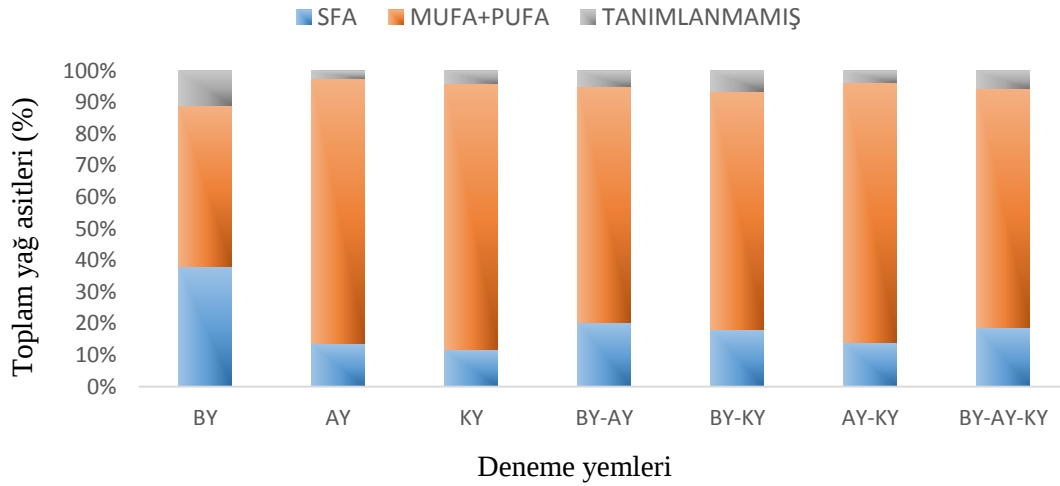
Deneme yemlerine ait toplam SFA, toplam MUFA, toplam PUFA, ω -3, ω -6, ω -9 ve tanımlanamayan yağ asitleri değerleri Çizelge 5.15'te verilmiştir. Toplam doymamış yağ asitleri (MUFA + PUFA) değerleri incelendiğinde en yüksek değer % 84.09 ± 0.01 KY yeminde, en düşük değer ise % 51.18 ± 0.08 BY yeminde belirlenmiştir (Şekil 5.18). İstatiksel analize göre AY ile KY yemi arasındaki farkın, BY-AY, BY-KY ve BY-AY-KY yemleri arasındaki farkların önemsiz olduğu ($p > 0.05$); diğer gruplar arasındaki farkların ise önemli olduğu ($p < 0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 5.15. Deneme yemlerinde toplam yağ asitleri (%)

Yağ asitleri	BY	AY	KY	BY-AY	BY-KY	AY-KY	BY-AY-KY
ΣSFA	37.94±0.09 ^f	13.82±0.04 ^b	11.80±0.01 ^a	20.37±0.03 ^e	18.13±0.01 ^c	13.96±0.02 ^b	18.84±0.09 ^d
Σ MUFA	25.94±0.02 ^b	23.69±0.01 ^a	52.25±0.03 ^e	23.86±0.03 ^a	42.32±0.01 ^d	40.00±0.08 ^c	41.82±0.28 ^d
Σ PUFA	25.25±0.07 ^a	60.19±0.05 ^f	31.84±0.03 ^b	50.84±0.02 ^e	33.09±0.01 ^c	42.38±0.06 ^d	33.56±0.20 ^c
ΣMUFA+ΣPUFA	51.18±0.08 ^a	83.88±0.05 ^d	84.09±0.01 ^d	74.70±0.05 ^b	75.41±0.02 ^b	82.37±0.13 ^c	75.38±0.48 ^b
(ΣMUFA+ΣPUFA) / ΣSFA	1.35±0.01 ^a	6.07±0.02 ^f	7.13±0.01 ^g	3.67±0.01 ^b	4.16±0.01 ^d	5.90±0.02 ^e	4.00±0.01 ^c
EPA	6.33±0.01 ^f	1.07±0.01 ^b	1.17±0.01 ^c	3.82±0.01 ^d	4.06±0.01 ^e	0.84±0.01 ^a	0.82±0.01 ^a
DHA	7.47±0.05 ^f	2.05±0.01 ^c	2.16±0.01 ^c	5.36±0.03 ^d	5.66±0.02 ^e	1.62±0.03 ^b	1.13±0.01 ^a
Σω-3	15.66±0.05 ^g	3.58±0.01 ^a	10.81±0.02 ^e	10.32±0.04 ^d	15.49±0.02 ^f	5.82±0.03 ^c	4.43±0.01 ^b
Σω-6	8.15±0.02 ^a	56.39±0.04 ^g	20.76±0.04 ^c	39.79±0.02 ^f	16.81±0.03 ^b	36.35±0.08 ^e	28.88±0.19 ^d
Σω-3/ Σω-6	1.92±0.01 ^f	0.06±0.01 ^a	0.52±0.02 ^d	0.26±0.01 ^c	0.92±0.02 ^e	0.16±0.01 ^b	0.15±0.01 ^b
Σω-6/ Σω-3	0.52±0.01 ^a	15.75±0.03 ^g	1.92±0.01 ^c	3.88±0.02 ^d	1.09±0.01 ^b	6.25±0.04 ^e	6.52±0.03 ^f
Σω-9	18.25±0.01 ^a	22.50±0.01 ^c	50.17±0.05 ^f	20.77±0.03 ^b	38.72±0.01 ^{de}	38.28±0.08 ^d	39.22±0.26 ^e
ΣTanımlanamayan	10.88±0.01 ^f	2.31±0.01 ^a	4.12±0.02 ^{bc}	4.94±0.02 ^{cd}	6.47±0.03 ^e	3.66±0.15 ^b	5.79±0.57 ^{de}

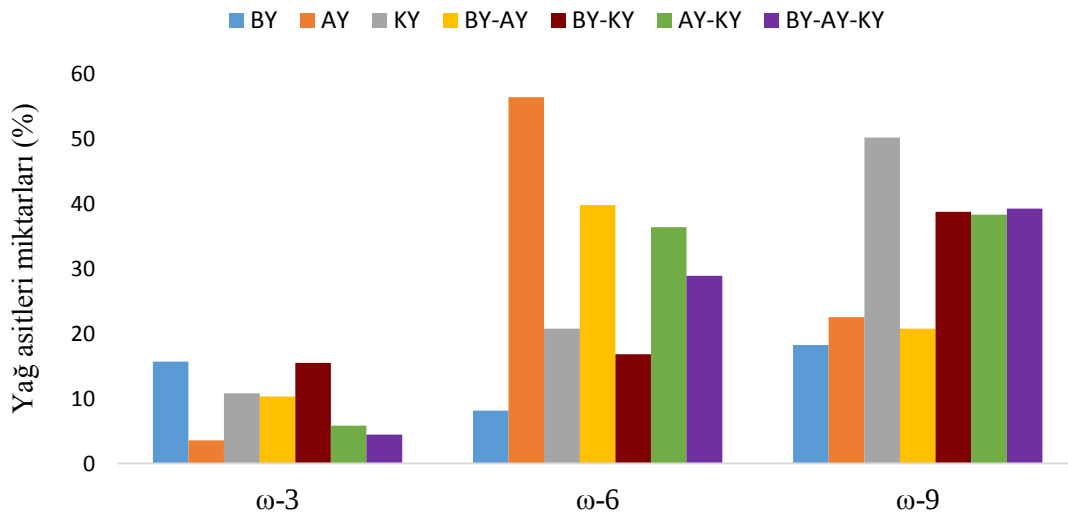
Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).



Şekil 5.18. Deneme yemlerinde toplam yağ asitleri (%)

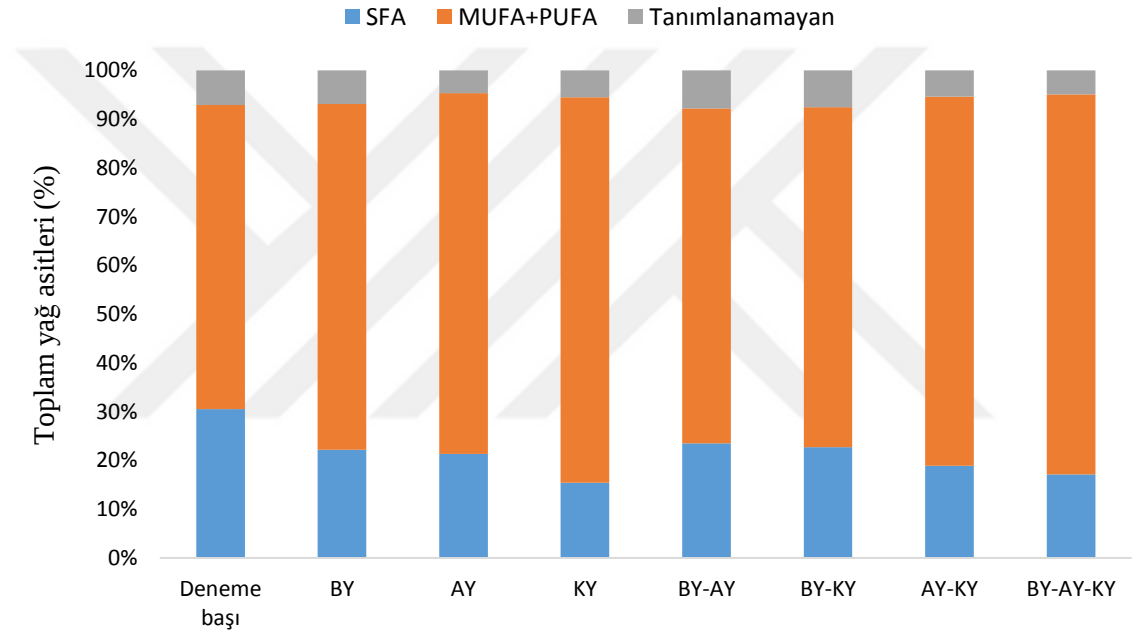
Deneme yemlerinde omega-3 değerleri incelendiğinde en yüksek değer BY yeminde (15.66 ± 0.05), en düşük değerin ise AY yeminde (3.58 ± 0.01) olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.19). İstatistiksel analiz sonucunda tüm gruplardaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Omega-6 değerleri incelendiğinde en yüksek değer % 56.39 ± 0.04 ile AY grubunda, en düşük değer ise % 8.15 ± 0.02 ile BY grubunda tespit edilmiştir (Şekil 5.19). İstatistiksel analiz sonucunda tüm gruplar arasındaki farkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Omega-9 değerleri incelendiğinde en yüksek değer % 50.17 ± 0.05 ile KY yeminde, en düşük değer ise % 18.25 ± 0.01 ile BY yeminde tespit edilmiştir (Şekil 5.19). İstatistiksel analiz sonucunda, BY-KY yeminin, AY-KY ve BY-AY-KY yemleri ile arasındaki farkın önemsiz olduğu ($p > 0.05$), diğer gruplar arasındaki farkların ise önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).



Şekil 5.19. Deneme yemlerinde omega serisi yağ asitleri miktarları (%)

5.7.5.2. Deneme Balıklarındaki Toplam Yağ Asidi Değerlerine İlişkin Bulgular

Deneme başı ve sonu balık etlerine ait toplam SFA, toplam MUFA, toplam PUFA, ω -3, ω -6, ω -9 ve tanımlanamayan yağ asitleri değerleri Çizelge 5.16'da verilmiştir. Deneme başında toplam doymamış yağ asitleri (MUFA+PUFA) % 62.40 ± 0.53 olarak belirlenmiştir. Deneme sonunda toplam doymamış yağ asitleri değerleri tüm gruplarda artış göstermiştir. Deneme sonunda en yüksek toplam doymamış yağ asidi değeri % 79.11 ± 0.04 ile KY grubunda, en düşük değer ise % 68.68 ± 0.04 ile BY-AY grubunda elde edilmiştir (Şekil 5.20). İstatiksel analiz sonucunda tüm gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).



Şekil 5.20. Deneme başı ve sonu balık etinde toplam yağ asitleri değeri (%)

Deneme başında omega-3 değeri % 3.53 ± 0.03 olarak belirlenmiştir. Deneme sonu gruplarda elde edilen değerler, deneme yemlerinde elde edilen değerler ile benzerlik göstermektedir. Deneme sonunda en yüksek değer BY grubunda (% 11.39 ± 0.08), en düşük değer AY grubunda (% 1.41 ± 0.01) elde edilmiştir (Şekil 5.21). İstatiksel analiz sonucunda tüm gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 5.16. Deneme başı ve sonu balık etinde toplam yağ asitleri miktarları (%)

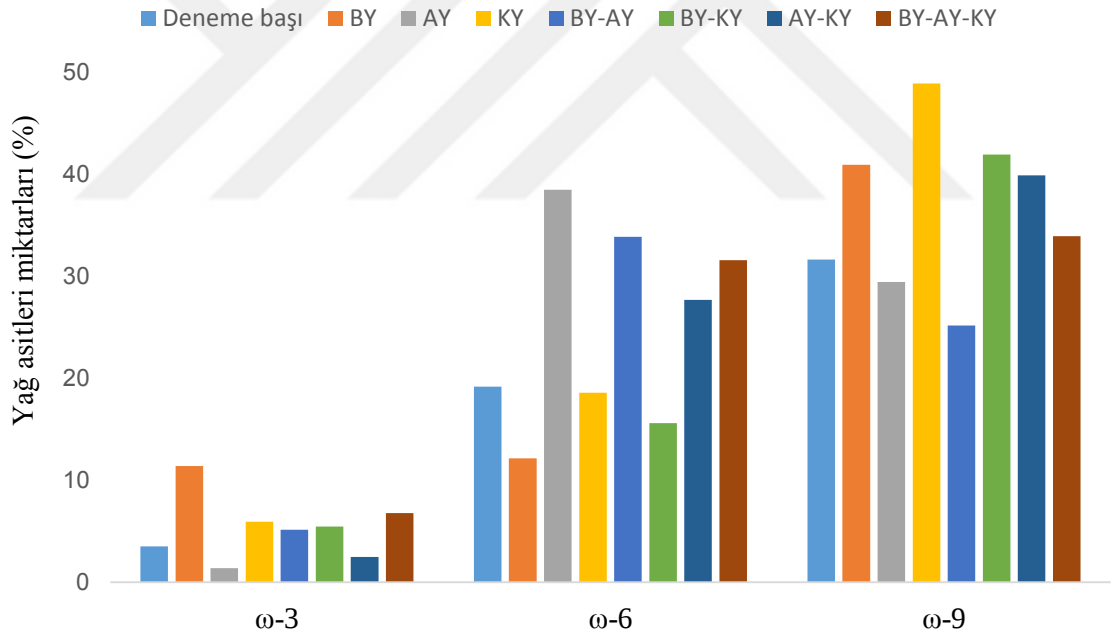
Yağ asitleri	Deneme Başı	Deneme Grupları						
		BY	AY	KY	BY-AY	BY-KY	AY-KY	BY-AY-KY
ΣSFA	30.54±0.15	22.18±0.02 ^e	21.30±0.02 ^d	15.40±0.03 ^a	23.51±0.04 ^g	22.73±0.01 ^f	18.89±0.04 ^c	17.09±0.03 ^b
Σ MUFA	38.32±0.34	45.99±0.17 ^e	32.20±0.01 ^b	52.83±0.06 ^g	29.31±0.02 ^a	47.06±0.04 ^f	43.45±0.02 ^d	37.36±0.04 ^c
Σ PUFA	24.08±0.19	24.95±0.11 ^b	41.82±0.03 ^g	26.28±0.02 ^c	39.37±0.03 ^e	22.69±0.01 ^a	32.28±0.04 ^d	40.64±0.06 ^f
ΣMUFA+ΣPUFA	62.40±0.53	70.94±0.06 ^c	74.02±0.03 ^d	79.11±0.04 ^g	68.68±0.04 ^a	69.75±0.03 ^b	75.73±0.05 ^e	78.00±0.02 ^f
(ΣMUFA+ΣPUFA) /ΣSFA	2.04±0.01	3.20±0.01 ^c	3.48±0.01 ^d	5.14±0.02 ^g	2.92±0.01 ^a	3.07±0.02 ^b	4.01±0.01 ^e	4.57±0.01 ^f
EPA	0.45±0.01	2.26±0.01 ^g	0.12±0.01 ^a	0.38±0.01 ^c	0.66±0.01 ^f	0.56±0.01 ^d	0.20±0.01 ^b	0.61±0.01 ^e
DHA	1.55±0.01	7.10±0.03 ^g	0.67±0.01 ^a	2.12±0.01 ^c	3.27±0.03 ^e	2.36±0.02 ^d	1.12±0.04 ^b	3.73±0.04 ^f
Σω-3	3.53±0.03	11.39±0.08 ^g	1.41±0.01 ^a	5.96±0.01 ^e	5.15±0.02 ^c	5.74±0.03 ^d	2.84±0.01 ^b	6.79±0.01 ^f
Σω-6	19.19±0.22	12.15±0.02 ^a	38.48±0.03 ^g	18.59±0.04 ^c	33.88±0.01 ^f	15.62±0.02 ^b	27.70±0.04 ^d	31.58±0.04 ^e
Σω-3/ Σω-6	0.18±0.01	0.94±0.01 ^g	0.04±0.01 ^a	0.32±0.01 ^e	0.15±0.01 ^c	0.37±0.01 ^f	0.10±0.01 ^b	0.22±0.01 ^d
Σω-6/ Σω-3	5.44±0.11	1.07±0.01 ^a	27.29±0.02 ^g	3.12±0.01 ^c	6.58±0.02 ^e	2.72±0.02 ^b	9.75±0.01 ^f	4.65±0.01 ^d
Σω-9	31.63±0.30	40.93±0.07 ^e	29.44±0.01 ^b	48.91±0.03 ^g	25.18±0.02 ^a	41.92±0.04 ^f	39.90±0.04 ^d	33.93±0.04 ^c
ΣTanımlanamayan	7.07±0.67	6.89±0.04 ^b	4.70±0.02 ^a	5.50±0.01 ^a	7.82±0.01 ^b	7.53±0.03 ^b	5.40±0.02 ^a	4.92±0.04 ^a

Her değer; ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Omega-6 değeri deneme başında % 19.19±0.22 olarak bulunmuştur. Deneme yemlerinde olduğu gibi aspir yağının etkisi balık etlerinde de gözlenmektedir (Şekil 5.21). Aspir yağı içeren yemlerle beslenen balıklarda omega-6 serisi yağ asitleri yüksek bulunmuştur. Deneme sonunda en yüksek % 38.48±0.03 ile AY grubunda, en düşük değer ise % 12.15±0.02 ile BY grubunda elde edilmiştir. İstatiksel analiz sonucunda tüm gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Deneme başında % 31.63±0.30 olarak bulunan omega-9 değerinin, deneme sonunda sadece AY ve BY-AY gruplarında azaldığı, diğer gruplarda ise arttığı belirlenmiştir. Kanola yağı içeren yemlerde omega-9 miktarları yüksek bulunmuş olup, bu yemlerle beslenen deneme balıklarında da omega-9 grubu yağ asitleri miktarı yüksek bulunmuştur. Deneme sonunda en yüksek değer % 48.91±0.03 ile KY grubunda, en düşük değer ise % 25.18±0.02 ile BY-AY grubunda bulunmuştur (Şekil 5.21). İstatistiksel analiz sonucunda tüm gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).



Şekil 5.21. Deneme başı ve sonu balık etinde omega serisi yağ asitleri miktarları (%)

6. TARTIŞMA

Balık yetiştiriciliğinde işletme giderleri arasında en büyük masrafı (yaklaşık % 60-70) yem gideri oluşturmaktadır. Bu nedenle yemin maliyeti balığın maliyetini etkileyen en önemli unsur olup işletmenin kâr oranını direkt etkilemektedir. Su ürünleri yetiştiriciliği sektörünün, yem maliyetini azaltarak üretilen balığın maliyetini azaltma ve işletme kârını artırma ihtiyaç ve talebi doğrultusunda araştırmacılar uzun yıllardır uğraş vermekte ve bu amaçla hem hayvansal hem de bitkisel kökenli birçok yem hammaddesinin çeşitli balık türlerinin yemlerinde kullanılabilirliğiyle ilgili bilimsel çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalarda özellikle yemin maliyetini etkileyen en önemli unsurlar olan balık unu ve yağının bir kısmı ya da tamamı yerine kullanılabilecek alternatif hammaddelerin (hayvansal ya da bitkisel kökenli) kullanım imkânları incelenmekte ve bu tür hammaddelerin çeşitli oranlarıyla hazırlanan yemlerin balıklarda büyüme performansı ve etin kimyasal kompozisyonu üzerine etkileri araştırılmaktadır. Çeşitli balık türlerinin yemlerinde, balık yağı yerine bitkisel yağ kaynaklarının kullanımı üzerine yapılan çalışmaların büyük bir kısmında, bitkisel yağların kısmen ya da tamamen balık yağı yerine kullanımının büyüme performansı üzerine olumsuz etki yapmadığı bildirilmektedir (Arzel ve ark. 1994; Bell ve ark. 2001; Bell ve ark., 2003; Bransden ve ark., 2003; Francis ve ark., 2007a). Ancak söz konusu çalışmaların bir çoğunda, yemde kullanılan yağ kaynağının balık etindeki yağ asidi kompozisyonu üzerine doğrudan etkili olduğu da bildirilmektedir (Arzel ve ark., 1994; Guillo ve ark., 1995; Turchini ve ark., 2003; Peterson ve ark., 2010; Moghaddan ve ark., 2013; Özel, 2015).

Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe en çok yetiştiriciliği yapılan türler iç sularda alabalık, denizde ise levrek ve çipuradır. Kültür balığı ürün yelpazesini genişletmek amacıyla son 10-15 yıldır sinagrit, fangri, mercan, karagöz, sariağız, sarıkuyruk, lahoz, sivriburun karagöz, eşkina, minekop, kalkan balığı, mersin balığı, Karadeniz alabalığı gibi alternatif balık türlerinin üretimi konusunda çalışmalar yapılmakla birlikte bu türlerin çoğunluğunun ticari üretimi, pazar tam anlamıyla oluşturulamadığından henüz yaygınlaşamamıştır. Alternatif tür olarak son yıllarda önem kazanan Kahverengi alabalık (*Salmo trutta*), ülkemizde doğal olarak bulunan tek alabalık türüdür (Geldiay ve Balık, 2007). Kahverengi alabalığın ülkemiz sularında bulunan ekotiplerinden biri olan Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*)'nın kültüre alınmasına yönelik çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır. Karadeniz alabalığının kültüre alınması ve üretimi hakkında bazı çalışmalar (Çakmak ve ark.,2004; Başçınar ve ark., 2008;

Kocabaş, 2009; Baki, 2012; Firidin ve ark., 2012) bulunmasına ve üretimi konusunda başarı elde edilmiş olmasına rağmen türün besin maddesi ihtiyacının belirlenmesi konusundaki çalışmalar henüz yeterli sayıda değildir. Karadeniz bölgesinde hem doğal stoklara takviye hem de yetiştiricilik sektöründe alternatif tür olarak ekonomik öneme sahip olan Karadeniz alabalığıyla günümüze kadar yapılan az sayıdaki çalışmada ve ticari yetiştiricilik girişimlerinde büyüme oranının nispeten düşük bulunmuş olması, bir taraftan türe özgü besin maddesi ihtiyacının belirlenerek uygun yem geliştirilmesi, diğer taraftan ekonomik yem üretim imkanlarının araştırılması ihtiyacını doğurmuştur.

6.1. Büyüme Değerlerine İlişkin Tartışma

Salmonlar ve tatlı su balıklarının yemlerinde balık yağı yerine kullanılan bitkisel yağların iyi bir alternatif yağ kaynağı olduğu kabul edilmektedir (Bell ve ark. 2001; Caballero ve ark., 2002). Bitkisel yağların (soya, kanola, keten tohumu yağı vb) bazı balık türlerinin (Gökkuşluğu alabalığı, Atlantik salmonu, Chinook salmon, Kahverengi alabalık) yemlerinde alternatif yağ kaynağı olarak, balıkların büyüme performansı ve yem değerlendirmesi üzerine herhangi bir olumsuz etki yapmadan kullanılabileceği bildirilmiştir (Arzel ve ark. 1994; Bell ve ark. 2001; Bell ve ark., 2003; Bransden ve ark., 2003; Francis ve ark., 2007a; Dernekbaşı, 2008; Dernekbaşı ve ark., 2015). Özellikle tatlı su balığı türlerinde yapılan çalışmalarda balık yağının tamamının bitkisel yağlarla değişebileceği fakat deniz balıklarında ise balık yağının tamamının bitkisel yağlarla değiştirilmesinin büyüme üzerine olumsuz etki yapabileceği rapor edilmiştir (Izquierdo ve ark., 2003; Izquierdo ve ark., 2005; Montero ve ark., 2008).

Bu araştırmada, yemde balık yağı yerine farklı oranlarda aspir ve kanola yağlarının kullanımının (% 0, 33, 50 ve 100) Karadeniz alabalığının büyüme performansı (CAA, SBO, OBO, TBK) üzerine olumsuz etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde yemde farklı bitkisel yağ kaynaklarının (kanola, soya, keten tohumu ve aspir yağı) kullanımının Atlantik salmonu (Bell ve ark., 2001; Bell ve ark., 2002; Bransden ve ark., 2003; Hixson ve ark., 2017), Kahverengi alabalık (Arzel ve ark., 1994; Guillo ve ark., 1995; Turchini ve ark., 2003; Peterson ve ark., 2010; Moghaddan ve ark., 2013; Özel, 2015), Gökkuşluğu alabalığı (Caballero ve ark. 2002; Dernekbaşı, 2008; Kaya, 2010; Dernekbaşı ve ark., 2015), levrek (Izquierdo ve ark., 2003; Martins ve ark., 2005; Montero ve ark., 2005) ve çipura (Izquierdo ve ark., 2003; Izquierdo ve ark., 2005;

Montero ve ark., 2008; Fountoulaki ve ark., 2009) gibi bazı balık türlerinde büyüme parametreleri üzerine olumsuz etki yapmadığı bildirilmiştir.

Yemdeki yağ oranının ihtiyaç duyulan miktardan düşük olması, balıklarda büyüme olumsuz etkilemektedir (Arzel ve ark., 1994). Yemde balıkların ihtiyaçları doğrultusunda doğru belirlenmiş yağ oranı ve enerji miktarı, büyüme olumlu yönde etkilemektedir. Karadeniz alabalığının protein:yağ ihtiyacının belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada en iyi büyümenin 48:18 protein:yağ oranı içeren yemlerle beslenen balıklarda elde edildiği rapor edilmiştir (Çakmak ve ark., 2004). Bu çalışmada, balıkların büyüme performansının optimum olması için yemlerin hazırlanışında Çakmak ve ark. (2004)'nın elde ettiği bulgular da dikkate alınmıştır.

SBO, besleme çalışmalarında büyüme performansının belirlenmesinde önemli bir parametredir. Çalışmada elde edilen SBO değerleri (% 1.10-1.11) incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel açıdan herhangi bir farklılığın olmadığı ve değerlerin birbirine yakın çıktığı tespit edilmiştir. Bunun nedeninin, Karadeniz alabalığının büyüme ve gelişme için ihtiyaç duyduğu protein ve enerji miktarı ile yağ asidi kompozisyonunun, hazırlanan yemlerle karşılanmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda (Caballero ve ark., 2002; Bell ve ark., 2003; Turchini ve ark., 2003; Francis ve ark., 2007) balık yağının tamamı yerine bitkisel yağların (kanola, soya, keten tohumu yağı gibi) kullanımının SBO üzerine herhangi bir olumsuz etki yapmadığı bildirilmiş olup bu çalışmada elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir.

Deneme gruplarında elde edilen SBO değerleri (% 1.10-1.11), Arzel ve ark. (1994)'nın (1.77-1.87), Turchini ve ark. (2003)'nın (0.76-0.83), Kenari ve ark. (2011)'nin (0.71-0.39) Kahverengi alabalık, Kocabaş ve ark. (2013)'nin (0.80-1.51), Özel (2015)'in (1.56-1.77) Karadeniz alabalığı, Bell ve ark. (2002)'nin (0.93-0.98), Bell ve ark. (2003)'nin (1.05-1.22) Atlantik salmonu, Caballero ve ark. (2002)'nin (1.72-1.81), Kiron ve ark. (2004)'nin (1.67-2.07), Dernekbaşı (2008)'nin (0.87-0.99), Dernekbaşı ve ark. (2015)'nin (1.75-1.80) Gökkuşluğu alabalığı ile ilgili yaptıkları çalışmalarda elde edilen değerler ile karşılaştırıldığında, bazı değerler ile benzer iken bazı değerlerden farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu duruma, balık türü ve büyüklüğü, deneme süresi, besleme rejimi, yemin protein ve yağ oranı, yemde kullanılan bitkisel yağ türü ve yağ asidi kompozisyonu gibi unsurlardaki farklılıkların neden olabileceği düşünülmektedir.

Balıklarda büyüme birçok faktörün etkisi altındadır. Balıklar türe özgü optimum ortam şartlarında, ihtiyaçları doğrultusunda hazırlanan yemlerle beslendiğinde optimum büyüme gösterir. OBO, balık ağırlığındaki artışın yüzde olarak ifadesidir. Bu çalışmada elde edilen OBO değerleri % 163-167 arasında bulunmuştur. Özel (2015) Karadeniz alabalığı yavrularında (1.40 g) balık yağı yerine soya ve keten tohumu yağlarının kullanım imkanlarını araştırdıkları çalışmada, OBO değerinin % 414-504 arasında olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlarla, Özel (2015)'in sonuçları arasında farklılık olduğu gözlenmektedir. Küçük balıkların, büyük balıklara oranla daha hızlı büyüdüğü ve yemleme sıklığının balık büyümesi üzerine olumlu etki yaptığı bilinmektedir. Özel (2015)'in çalışmasındaki Karadeniz alabalıklarının bu çalışmadaki balıklardan daha küçük olmasının ve besleme rejiminin (günde 4 öğün) bu çalışmadakinden farklı olmasının, OBO değerleri arasındaki farka neden olmuş olabileceği düşünülmektedir. Kaya (2011)'nın Gökkuşığı alabalığı yeminde farklı oranlarda prina yağının (% 0, 33, 66, 100) kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisini incelediği çalışmada, 94 gr ağırlığındaki balıkları 60 gün süreyle günde 2 kez doyana kadar yemlemiştir. Çalışma sonunda, OBO değeri % 156-172 arasında tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen OBO değerleri ile Kaya (2011)'nin elde ettiği değerler benzerlik göstermektedir. Bayır (2011)'ın 1.5 g ağırlığındaki Kahverengi alabalık yeminde balık yağının tamamı yerine, soya lesitini, oleik asit ve keten tohumu yağı kullandıkları çalışmada balıklar 8 hafta süresince vücut ağırlığının % 2.6'sı oranında beslemiştir. Çalışma sonunda OBO değerlerinin % 192-254 arasında olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen değer ile Bayır (2011)'in elde ettiği değerler arasında farklılık olduğu gözlenmiştir. Bu farklılığın, balık büyüklüğü, besleme rejimi, yemin protein ve yağ oranı gibi faktörlerden kaynaklanmış olabileceği tahmin edilmektedir.

TBK, büyümenin belirlenmesi için balık ağırlığına ek olarak su sıcaklığının kullanıldığı bir parametredir. Bu çalışmada elde edilen TBK değerleri % 0.86-0.87 arasında bulunmuş ve gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir. Sonay (2013), triploid ve diploid Karadeniz alabalıklarında büyüme performansını karşılaştırdığı çalışmalardan, 0.21 g ağırlığındaki balıkları kullandığı ilk çalışmada TBK değerini, triploid ve diploid balıklarda sırasıyla 0.067 ve 0.069, 2 g ağırlığındaki balıkları kullandığı ikinci çalışmada 0.80 ve 0.57, 57.8 g ve 52.2 g ağırlığındaki balıkları kullandığı üçüncü çalışmada ise 1.58 ve 1.03 olarak bildirmiştir.

Çalışmalar sırasındaki su sıcaklıklarının sırasıyla 13.1°C, 17.9°C ve 18.6°C olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen TBK değerleri ile Sonay (2013)'ın elde ettiği değerler arasında farklılık gözlenmiştir. Francis ve ark. (2006)'nın Murray morina balığı yeminde kanola ve keten tohumu yağı kullandıkları çalışmada (3.04-4.27); Francis ve ark. (2007a)'nın Murray morina balığı yeminde balık yağı yerine kanola ve keten tohumu yağının kullanımı üzerine yaptıkları çalışmada (0.58-0.84 ve 0.59-0.74), Turchini ve ark. (2011)'nin Murray morina balığı yeminde keten tohumu, zeytin, palm ve ayçiçek yağlarını kullandıkları çalışmada (0.67-0.75) ve Caballero ve ark. (2002)'nin Gökkuşluğu alabalığında farklı hayvansal ve bitkisel yağları (soya, kanola, palm ve zeytin yağları) kullandıkları çalışmada (3.67-3.88) elde edilen değerler, bu çalışmada elde edilen bazı değerler ile benzerlik, bazı değerler ile farklılık göstermektedir. Farklılıkların nedeninin, balık türü, balık büyüklüğü, yemdeki protein ve yağ miktarı, su sıcaklığı gibi faktörlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

6.2. Yem Değerlendirme Oranı ve Yem Etkinlik Değerlerine İlişkin Tartışma

Balıklarda gelişim performansının belirlenmesinde en çok kullanılan parametrelerden biri yem değerlendirme oranı (YDO)'dır. Beslenme ve büyüme arasındaki ilişkiyi gösteren YDO, balığa verilen yemin ete dönüşüm oranı olarak ifade edilebilir. İyi bir yemden ve iyi bir besleme uygulamasından bahsedebilmek için YDO değerinin mümkün olduğunca küçük olması gerekir. Örneğin, alabalıklarda YDO değerinin 1 ve 1'e yakın olması istenir (Hoşsu ve ark., 2008).

Bu çalışmada elde edilen YDO değerleri 1.11-1.17 arasında bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar arasında önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Sonuç olarak aspir ve kanola yağı kullanımının YDO değeri üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Başçınar ve ark. (2010)'nın Kaynak alabalığı ve Karadeniz alabalığının tekli ve ikili kültürünü inceledikleri çalışmada, ortalama ağırlıkları 24 g olan balıkları 240 gün boyunca günde 3 kez ticari pelet yemle (HP % 48, HY % 18) beslemişler ve elde edilen YDO değerlerinin 0.91-1.02 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Çakmak ve ark. (2004)'nin tatlı su ve deniz suyunda Karadeniz alabalığının büyüme performansını kıyasladıkları çalışmada, tatlı suda YDO değerlerinin 0.6-3.5; deniz suyunda ise 1.3-4.4 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen değerler ile Başçınar ve ark. (2010)'nın ve Çakmak ve ark. (2004)'nin elde ettiği değerler arasında benzerlik bulunmaktadır. Arslan ve ark. (2012)'nin, Kahverengi alabalık yeminde balık

yağı yerine farklı bitkisel yağların (fındık yağı, soya-keten tohumu yağı karışımı, soya lesitini) kullanımı üzerine yaptıkları ve 1 g ağırlığındaki balıkları 6 hafta boyunca besledikleri çalışmada elde edilen YDO değerleri (1.2-1.3) ve Özel (2015)'in yaptığı çalışmada elde edilen YDO değerleri (1.07-1.26) ile bu çalışmada elde edilen değerler benzerlik göstermektedir. Diğer türlerde yapılan çalışmalarda, Caballero ve ark. (2002)'nin (0.72-0.79), Dernekbaşı ve ark., (2015)'nin (1.06-1.10) Gökkuşluğu alabalığında, Arzel ve ark. (1994)'nin (1.13-1.33), Turchini ve ark. (2003)'nin (1.05-1.32) Kahverengi alabalıkta, Torstensen ve ark. (2000)'nin (0.91-1.04), Bell ve ark. (2002)'nin (1.47-1.55) Atlantik salmonunda farklı değerler elde edilmiştir. YDO değeri, balık büyüklüğü, yetiştirme koşulları ve yemin içeriğine göre değişiklik gösterir (Korkut ve ark., 2007). Bu nedenlerden ötürü aynı balık türüyle yapılan çalışmalarda dahi farklı değerler elde edilebilmektedir.

Bu çalışmada elde edilen YED değerleri 0.86-0.90 arasında değişmektedir. Benzer şekilde, Sonay (2013)'in triploid (57 g) ve diploid (52 g) Karadeniz alabalıklarını ticari alabalık yemi ile besledikleri çalışmada, yem etkinlik değerini triploid balıklarda 1.06, diploid balıklarda ise 0.70 olarak bulmuştur. Twibell ve ark. (2012)'nin 7.5 g ağırlığındaki Coho salmonunda denizel ve karasal protein kaynaklı iki farklı yemde balık yağı yerine kanola-keten tohumu yağı karışımı (% 67 kanola yağı, % 33 keten tohumu yağı) kullandıkları çalışmada yem etkinlik değeri 0.67-1.04 arasında bulunmuş olup bu çalışmadaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Bell ve ark. (2001)'nin Atlantik salmonunda, balık yağı yerine farklı oranlarda (% 0, 10, 25, 50, 100) kanola yağı kullandığı çalışmada ise, yem etkinlik değerinin 0.75-0.78 arasında olduğu ve farklı oranlarda kanola yağı kullanımının yem etkinlik değeri üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirilmiştir.

6.3. Protein Etkinlik Oranı ve Net Protein Verimliliği Değerlerine İlişkin Tartışma

Bu çalışmada PEO (Protein Etkinlik Oranı) değerinin 1.95-2.20 arasında olduğu tespit edilmiştir. PEO değerleri bakımından yapılan istatistiksel analiz sonucunda gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Sonay (2013) Karadeniz alabalığında yaptığı çalışmada, triploid balıklarda PEO değerini 1.39, diploid balıklarda ise 1.57 olarak tespit etmiştir. PEO değerini, Arzel ve ark. (1994), Kahverengi alabalıklarda yaptıkları çalışmada 1.33-1.74, Gökkuşluğu alabalığında yapılan çalışmalarda ise, Dernekbaşı (2008) 2.53-2.94, Kaya (2010) 2.21-2.41 olarak

bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen değerler ile yapılan çalışmalarda elde edilen değerlerin bazıları farklılık bazıları benzerlik göstermektedir. Farklılıklarda balık türünün, yemdeki yağ türü ve oranının etkili olabileceği düşünülmektedir. Örneğin Kahverengi alabalıklarda, yüksek yağ oranı içeren yemlerle beslenen balıkların PEO değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Arzel ve ark., 1994).

Bu çalışmada elde edilen NPV (Net Protein Verimliliği) değeri % 36.84-43.75 arasında bulunmuştur. NPV değerleri bakımından elde edilen değerler arasında önemli bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). Dernekbaşı (2008)'nın Gökkuşuğu alabalığında kanola yağının balık yağı yerine kullanımının büyüme performansı üzerine etkilerini incelediği çalışmada elde ettiği NPV değerleri (% 33.64-41.57) ile bu çalışmada elde edilen değerler benzerlik göstermektedir. Arzel ve ark. (1994)'nın kahverengi alabalıklarda yaptığı çalışmada elde ettikleri (% 24.5-31.4), Bransden ve ark. (2003)'nın Atlantik salmonunda yaptıkları çalışmada elde ettikleri değerler (% 42.7-43.9) ile bu çalışmada elde edilen değerler arasında farklılık belirlenmiştir. Yemdeki yağ miktarının, yem ve protein tüketimini etkilediği, yüksek miktarda yağ içeren yemlerin protein tüketimi ve NPV değerlerini azalttığı bildirilmiştir (Yiğit ve ark., 2002).

6.4. Viserosomatik İndeks, Hepatosomatik İndeks, Kondisyon Faktörü Değerlerine İlişkin Tartışma

VSI (Viserosomatik İndeks), verilen besinlerin iç organlar üzerine etkilerini belirlemek amacıyla kullanılır. Balıkların yüksek miktarda yağ içeren yemlerle beslenmesi iç organlarda yağlanmaya neden olur. Bu nedenle VSI değeri de yüksek olmaktadır (Korkut ve ark., 2007). VSI değerleri çalışma sonunda % 9.75-12.94 arasında tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Güler ve Yıldız (2011)'in yemde balık yağı yerine farklı oranlarda (% 0, 25, 50, 75 ve 100) pamuk tohumu yağı kullanımının 89 g ağırlığındaki Gökkuşuğu alabalıklarında büyüme performansı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada pamuk tohumu yağı miktarı arttıkça VSI değerinin de arttığı belirlenmiştir. Caballero ve ark. (2002), Dernekbaşı (2008) ve Kaya (2010)'nın yaptıkları araştırmalarda ise yemde kullanılan bitkisel yağların VSI değeri üzerine etkisi olmadığını bildirmiştir. Dernekbaşı (2008)'nin elde ettiği değerlerle (% 9.89-10.03) bu çalışmada elde edilen değerler benzerlik gösterirken, Caballero ve ark. (2002)'nin (% 13.8- 15.9) ve Kaya (2010)'nın

(% 14.24-14.58) gökkuşağı alabalığında elde ettiği değerlerin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Balıklarda karaciğer, balığın sağlıklı beslenip beslenmediğini ve yemdeki besin maddelerinin büyüme ve gelişme üzerine etkilerini gösteren bir organdır. Yemlerin yüksek oranda yağ içermesi ve kullanılan yağ kaynağının esansiyel yağ asitlerini dengeli bir şekilde içermemesi, karaciğerde yağ depolanmasına neden olur (Dernekbaşı, 2008). HSI değeri, yemlerin karaciğer üzerine etkisinin yani karaciğerdeki yağlanma oranının bir göstergesidir. Tıpkı VSI değerinde olduğu gibi yüksek yağ miktarı içeren yemlerle beslenen balıklarda iç organlar gibi karaciğerde de yağlanma olacağından HSI değeri de yüksek olmaktadır (Korkut ve ark. 2007). Bu çalışmada elde edilen HSI değeri % 1.63-2.16 arasında tespit edilmiştir. Bazı çalışmalarda (Caballero ve ark., 2002; Francis ve ark. 2007a; Dernekbaşı, 2008; Kaya, 2010) yağ kaynağının HSI değeri üzerine etkili olmadığı bildirilmiştir. Bu çalışmada balık yağı yerine bitkisel yağ kullanımının HSI değerleri üzerine etkisinin olmadığı tespit edilmesine rağmen en düşük HSI değerleri % 100 oranında aspir ve kanola yağı kullanılan grupta, en yüksek değer ise % 50-50 oranında aspir-kanola yağı içeren grupta elde edilmiştir. Özel (2015)'in Karadeniz alabalığında (% 1.81-2.12), Turchini ve ark. (2003)'nın Kahverengi alabalıkta (% 1.95-2.09), Francis ve ark. (2007a ve 2007b)'nın Murray morina balığında (% 1.75-2.40; % 1.77- 2.17) elde ettikleri değerler ile bu çalışmada elde edilen değerler benzer bulunmuştur. Caballero ve ark. (2002)'nın (% 1.22-1.43), Dernekbaşı (2008)'nın (% 0.91-1.04), Kaya (2010)'nın (% 1.34-1.69), Güler ve Yıldız (2011)'in (% 0.93-1.16) gökkuşağı alabalığında, Brandsen ve ark. (2003) Atlantik salmonunda (% 0.94-1.03), Blanchard ve ark. (2008)'nın tatlı su levreğinde (% 1.16-1.34) elde ettikleri değerler ile bu çalışmada elde edilen değerler arasında ise farklılık gözlenmiştir.

Balıklarda beslenme ve gelişim parametrelerinden biri de kondisyon faktörüdür. Balıklarda genellikle kondisyon faktörünün 1'e yakın olması istenir (Korkut ve ark., 2007). Bu çalışmada kondisyon faktörü değerlerinin 1.15-1.26 arasında olduğu tespit edilmiştir. Başçınar ve ark. (2010)'nın Kaynak alabalığının ve Karadeniz alabalığının ikili yetiştiricilik koşullarında büyüme performanslarını değerlendirdikleri çalışmada, Karadeniz alabalığının tekli yetiştiriciliğinde kondisyon faktörünün 1.29 olduğu bildirilmiştir. Elde edilen değer bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

6.5. Balık Etinin Besin Kompozisyonu Değerlerine İlişkin Tartışma

Balık etindeki su oranı, balık türüne, yaşa ve cinsiyete göre farklılıklar göstermektedir. Genellikle beyaz etli balıklarda % 75-85, kırmızı etli balıklarda % 70-75 oranında su bulunur. Balık etindeki su miktarı ile yağ miktarı arasında ters orantı vardır. Balık etindeki su oranı arttıkça, yağ oranı azalır (Dernekbaşı, 2008). Bu çalışma sonunda balık etindeki su oranının % 73.46-74.69 arasında olduğu tespit edilmiştir. Su oranını, Karadeniz alabalığında Sonay (2013) % 75.87-78.19, Kahverengi alabalıkta, Arzel ve ark. (1994) % 68.3-69.6, Turchini ve ark. (2003) % 67.2-68.9, Kenari ve ark. (2011) % 71.1-74.5, Arslan ve ark. (2012) % 67.6-68.5, Atlantik salmonunda, Bell ve ark. (2001) % 74.2-75.2, Bell ve ark. (2002) % 72.8-74.1 arasında tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmada elde edilen değerler ile paralellik göstermektedir.

Bu çalışmada balık etindeki ham protein oranı % 19.22-20.22 arasında tespit edilmiş ve gruplar arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamış olup yağ kaynağının ham protein miktarı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı anlaşılmıştır ($p>0.05$). Sonay (2013)'ın triploid ve diploid Karadeniz alabalıklarının büyüme performanslarını kıyasladığı çalışmada, triploid balıkların protein oranının % 18.03, diploid balıkların protein oranının ise % 20.5 olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerler ile Sonay (2013)'ın çalışmasında elde edilen değerler benzerlik göstermektedir. Dernekbaşı (2008)'nın Gökkuşuğu alabalığı yeminde balık yağı yerine kanola yağı kullanımını araştırdığı çalışmada, balık etindeki protein oranının % 18.91-21.43 arasında olduğu belirtilmiş olup sonuçlar bu çalışmadaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Yine Turchini ve ark. (2003)'nın (% 18.4-20.3) ve Arzel ve ark. (1994)'nın (% 20.8-21.7) Kahverengi alabalıkta farklı yağ kaynaklarının büyüme performansı ve besin kompozisyonu üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarda elde edilen ham protein oranları ile bu çalışmada elde edilen oranlar benzerlik göstermektedir.

Çalışmada deneme başında balık etindeki ham yağ oranı % 3.72 olarak tespit edilmiş ve bu değer deneme sonunda tüm gruplarda artarak % 5.12-5.79 arasında olduğu belirlenmiştir. Bell ve ark. (2001)'nın Atlantik salmonunda balık yağı yerine kolza yağı kullanımının büyüme performansı ve besin kompozisyonu üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, balık etindeki ham yağ oranının % 4.50-5.37 arasında olduğu belirlenmiş olup bu çalışmadaki oranlarla benzerlik göstermektedir. Arslan ve ark. (2012)'nın Kahverengi alabalık yeminde balık yağı yerine farklı bitkisel yağları

kullandıkları çalışmada, ham yağ oranının % 3.9-5.7 arasında olduğu bildirilmiş olup sonuçlar bu çalışmadaki sonuçlarla paralellik göstermektedir. Francis ve ark. (2006)'nın Murray morina balığında kanola ve keten tohumu yağı kullandığı çalışmada ise, ham yağ oranı % 4.9-5.5 arasında rapor edilmiş olup bu çalışmadaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Özel (2015)'in 1.4 g ağırlığındaki Karadeniz alabalığı yeminde balık yağı yerine soya ve keten tohumu yağı kullandığı çalışmada, balık etindeki ham yağ oranı % 2.25-3.23 arasında tespit edilmiş olup sonuçların, bu çalışmadaki sonuçlardan farklı olmasında, araştırmada kullanılan balık büyüklüğü ve yem içeriğinin rol oynamış olabileceği düşünülmektedir.

6.6. Yağ Asidi Kompozisyonu Değerlerine İlişkin Tartışma

6.6.1. Deneme Yemlerinin Yağ Asidi Kompozisyonu Değerlerine İlişkin Tartışma

Araştırmada kullanılan deneme yemlerinin yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde, toplam SFA miktarının en fazla % 100 oranında balık yağı içeren BY grubunda (% 37.94) elde edildiği görülmektedir. Balık yağının, aspir ve kanola yağlarına göre toplam SFA miktarının fazla olması, deneme yemlerinde de balık yağı kullanımına bağlı olarak toplam SFA miktarının yüksek olmasına neden olmuştur. Toplam SFA miktarının en düşük çıktığı yemler sadece aspir ve kanola yağı kullanılan yemlerdir (AY yemi % 13.82, KY yemi % 11.80, AY-KY yemi % 13.96). Balık yağı yerine bazı bitkisel yağların (kanola, soya, keten tohumu yağı vb) kullanıldığı çalışmalarda (Bell ve ark., 2003; Huang ve ark., 2008; Özel, 2015) da benzer sonuçlar bildirilmiştir.

Bell ve ark. (2001)'nin Atlantik salmonunda balık yağı yerine farklı oranlarda kanola yağı (% 0, 10, 25, 50 ve 100) kullandıkları çalışmada, kanola yağı oranı arttıkça yemdeki toplam SFA oranının azaldığı bildirilmiştir. Dernekbaşı ve ark. (2015)'nin Gökkuşluğu alabalığı yeminde farklı oranlarda aspir yağı (% 0, 33, 50) ve aspir-kanola yağı karışımı (% 66) kullandıkları çalışmada, yemdeki toplam SFA miktarının en yüksek % 100 balık yağı içeren yemde tespit edildiği ve aspir yağı miktarı arttıkça toplam SFA miktarının azaldığı bildirilmiştir. Bell ve ark. (2002)'nin Atlantik salmonunda balık yağı yerine farklı oranlarda palm yağı (% 0, 25, 50 ve 100) kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, palm yağı miktarı arttıkça yemdeki toplam SFA miktarının arttığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre yem yapımında kullanılan bitkisel yağın toplam SFA içeriği yemdeki toplam SFA miktarını etkilemektedir. Balık yağına göre düşük miktarda SFA

içeren bitkisel yağların (aspir, kanola vb) kullanımı yemdeki toplam SFA miktarını azaltmış, yüksek miktarda SFA içeren bitkisel yağların (palm, Hindistan cevizi yağı vb) kullanımı ise yemdeki toplam SFA miktarını arttırmıştır.

Doymuş yağ asitleri içerisinde en baskın yağ asidi palmitik asittir. Palmitik asitten sonra en baskın doymuş yağ asitleri miristik asit ve stearik asittir. Deneme yemlerinde, palmitik asidin en yüksek tespit edildiği yem BY yemidir (% 22.77). Aspir ve kanola yağları balık yağından daha az miktarda palmitik asit içermektedir. Bu nedenle balık yağı yerine aspir ve kanola yağlarının kullanıldığı yemlerde palmitik asit miktarının diğer yemlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (AY yeminde % 8.87, KY yeminde % 7.39, AY-KY yeminde % 8.89).

Bell ve ark. (2003)'nın Atlantik salmonu yeminde farklı oranlarda kanola yağı kullandıkları (% 0, 10, 25, 50 ve 100) çalışmada, deneme yemlerindeki palmitik asit miktarının kanola yağı oranı arttıkça azaldığını ve % 100 oranında kanola yağı kullanılan yemdeki palmitik asit miktarının % 7.5 olduğunu rapor etmişlerdir. Bell ve ark. (2003)'nın elde ettiği değer ile bu çalışmada % 100 oranında kanola yağı kullanılan yemde elde edilen palmitik asit değeri (% 7.39) benzer bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda balık yağı yerine aspir yağı (Blanchard ve ark., 2008, Dernekbaşı ve ark., 2015) ve kanola yağı (Francis ve ark., 2007a; Dernekbaşı 2008) miktarı arttıkça yemdeki palmitik asit miktarının azaldığı bildirilmiştir.

Çalışmada kullanılan deneme yemlerinin toplam MUFA değerlerine bakıldığında en yüksek değer % 100 kanola yağı kullanılan KY yeminde (% 52.25), en düşük değer ise % 100 aspir yağı içeren yemde (% 23.69) elde edilmiştir. Tekli doymamış yağ asitleri içerisinde en baskın yağ asidi oleik asittir. Kanola yağının yüksek miktarda oleik asit içermesi (% 61.30) yemdeki hem oleik asit hem de toplam MUFA miktarlarının yüksek olmasına sebep olmuştur. Aspir yağının (% 23.09) oleik asit miktarının balık yağından (% 16.72) fazla olmasına rağmen aspir yağının (% 23.43) toplam MUFA değeri balık yağından (% 24.79) daha azdır. Bunun nedeni balık yağının aspir yağına göre palmitoleik asit ve eikosenoik asit miktarının yüksek olmasıdır. Turchini ve ark. (2003), Kahverengi alabalık yeminde farklı yağ kaynaklarının (kanola yağı, kanatlı yağı, domuz yağı ve olein yağı) kullanımı üzerine yaptıkları çalışmada, en yüksek toplam MUFA ve oleik asit miktarlarını kanola yağı ile hazırlanan yemde elde etmişlerdir. Murray morina balığında balık yağı yerine kanola yağı kullanımının araştırıldığı bir çalışmada ise, yemdeki kanola

yağı miktarı arttıkça oleik asit ve toplam MUFA miktarlarının da arttığı rapor edilmiştir (Francis ve ark., 2007a). Kanola yağı ile yapılmış başka çalışmalarda da (Bell ve ark., 2003; Francis ve ark., 2006; Fountoulaki ve ark., 2009) benzer sonuçlar bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan deneme yemlerine ait yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde, toplam PUFA miktarı en yüksek AY yeminde (% 60.19), en düşük BY yeminde (% 25.25) elde edilmiştir. Aspir yağının linoleik asit miktarının (% 66.71) yüksek olması, aspir yağının kullanıldığı yemlerde toplam PUFA ve ω -6 PUFA miktarını yükseltmiştir. Dernekbaşı ve ark. (2015)'nin Gökkuşacağı alabalığı yeminde aspir yağı (% 0, 33, 50) ve aspir-kanola yağı karışımının (% 66), balık yağı yerine kullanımını araştırdıkları çalışmada, yemdeki en yüksek toplam PUFA ve ω -6 PUFA miktarını % 50 oranında aspir yağı kullanılan yemde elde etmişlerdir. Aspir yağının kullanıldığı bazı çalışmalarda da (Kiron ve ark., 2004; Altundağ ve ark., 2014; Ustaoglu Tırıl ve ark., 2016) benzer sonuçlar bildirilmiştir.

Deneme yemlerinde balık yağı yerine bitkisel yağların kullanımına bağlı olarak toplam ω -6 PUFA oranının arttığı ancak toplam ω -3 PUFA miktarının ise önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir. Aspir yağının % 66.71 oranında linoleik asit içermesinden kaynaklı olarak aspir yağı kullanıldığı yemlerde 18 karbon atomlu ω -6 PUFA miktarı oldukça yüksek bulunmuştur. Kanola yağının ise % 8.83 oranında α -linolenik asit içermesinden dolayı, kanola yağı içeren deneme yemlerinin 18 karbon atomlu ω -3 PUFA yağ asit miktarının diğer deneme yemlerine göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna karşın % 100 oranında balık yağı içeren BY yeminde toplam ω -3 PUFA oranı doğal olarak yüksek (% 15.66) bulunmuştur. Sadece bitkisel yağları içeren yemlerdeki EPA ve DHA yağ asitleri varlığının yeme katılan balık unundan kaynaklandığı bilinmektedir. Sadece bitkisel yağların ve balık yağı ile bitkisel yağların birlikte kullanıldığı yemlerde EPA, DHA ve toplam ω -3 PUFA miktarları, sadece balık yağı kullanılan yeme göre düşük bulunmuştur. Bitkisel yağların balık yağı yerine kullanıldıkları çalışmalarda (Caballero ve ark., 2002; Bell ve ark., 2003; Dernekbaşı, 2008; Dernekbaşı ve ark., 2015; Özel, 2015) benzer sonuçlar bildirilmiştir.

6.6.2. Balık Etindeki Yağ Asidi Kompozisyonu Değerlerine İlişkin Tartışma

6.6.2.1. Balık Etindeki Doymuş Yağ Asitleri Değerlerine İlişkin Tartışma

Çalışma sonunda, Karadeniz alabalıklarında etteki yağ asidi kompozisyonunun deneme yemlerindeki yağ asidi kompozisyonundan etkilendiği sonucu ortaya çıkmıştır. Deneme başında balık etinde tespit edilmiş olan toplam SFA miktarının (% 30.54), deneme sonunda tüm gruplarda (% 15.40-23.53) azaldığı tespit edilmiştir. Deneme sonunda en yüksek toplam SFA miktarı BY-AY grubunda (% 23.53), en düşük KY grubunda (% 15.40) tespit edilmiştir. Deneme sonunda balık yağı ve aspir yağı içeren yemlerle beslenen grupların, kanola yağı içeren yemlerle beslenen gruplara göre toplam SFA miktarları daha yüksek bulunmuştur. Özel (2015)'in Karadeniz alabalığı yeminde balık yağı yerine soya ve keten tohumu yağı kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonuna etkilerini araştırdığı çalışmada, balık etindeki toplam SFA miktarının % 17.07-23.41 arasında olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen toplam SFA miktarı ile Özel (2015)'in elde ettiği değerler benzerlik göstermektedir. Şahin ve ark. (2011), ticari alabalık yemi (HP % 44, HY % 18) ile beslenen Karadeniz alabalığında toplam SFA miktarının % 22.04 olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada sadece balık yağı içeren yemle beslenen grupta elde edilen değer (% 22.18) ile Şahin ve ark. (2011)'nin elde ettiği değer paralellik göstermektedir. Dernekbaşı ve ark. (2015)'nin Gökkuşluğu alabalığı yeminde farklı oranlarda aspir yağı (% 0, 33, 50) ve aspir-kanola yağı karışımı (% 66) kullandıkları çalışmada, en yüksek toplam SFA miktarının balık yağı içeren yemlerle beslenen grupta (% 24.31), en düşük toplam SFA miktarının ise aspir-kanola yağı karışımı içeren yemlerle beslenen grupta (% 16.24) elde edildiği ve % 50 oranında balık yağı yerine aspir yağı kullanılan yemle beslenen grupta ise % 18.38 olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Dernekbaşı ve ark. (2015)'nin elde ettiği değerler ile (% 16.24-24.31) bu çalışmada elde edilen değerler paralellik göstermiştir.

Yapılan analizler sonucunda deneme yemlerinde olduğu gibi balık etinde de doymuş yağ asitleri içerisinde en baskın yağ asitleri başta palmitik asit olmak üzere miristik asit ve stearik asit olarak belirlenmiştir. Deneme başında belirlenen palmitik asit değeri (% 19.50), çalışma sonunda tüm gruplarda azalmıştır (% 9.99-14.98). Deneme sonunda en yüksek palmitik asit miktarı BY-AY grubunda (% 14.98), en düşük ise KY grubunda (% 9.99) tespit edilmiştir. Özel (2015)'in Karadeniz alabalığında yaptığı

çalışmada elde ettiği değerler (% 10.32-15.85) ile bu çalışmada elde edilen değerler benzerlik göstermektedir.

6.6.2.2. Balık Etinde Tekli Doymamış Yağ Asitleri Değerlerine İlişkin Tartışma

Çalışma sonunda Karadeniz alabalığı etindeki tekli yağ asitleri incelendiğinde, toplam MUFA miktarı % 29.31-52.83 arasında tespit edilmiştir. Deneme başında % 38.32 olarak tespit edilen toplam MUFA değeri, AY, BY-AY ve BY-AY-KY grupları dışında diğer tüm gruplarda artmıştır. Özellikle kanola yağı içeren yemlerle beslenen gruplarda toplam MUFA miktarı oldukça yüksek tespit edilmiştir. Çalışma sonunda en yüksek toplam MUFA değeri % 52.83 ile KY grubunda, en düşük değer ise % 29.31 ile BY-AY grubunda elde edilmiştir. Özel (2015)'in Karadeniz alabalığında yaptığı çalışmada elde ettiği değerler (% 21.90-32-70) ile bu çalışmada elde edilen değerler arasında farklılık belirlenmiştir. Bu farklılığın çalışmalarda kullanılan bitkisel yağ kaynaklarının farklı olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Balık yağı yerine kanola yağı kullanılan çalışmalarda (Bell ve ark., 2001; Francis ve ark., 2007a; Dernekbaşı, 2008; Huang ve ark., 2008) kanola yağı oranı arttıkça balık etindeki toplam MUFA ve oleik asit değerlerinin de arttığı bildirilmiştir. Nematipour ve Gatlin (1993)'in çizgili hibrit levreklerinde yaptıkları çalışmada % 100 oranında aspir yağı içeren yemle beslenen balıkların etindeki toplam MUFA miktarı % 31.3 olarak tespit edilmiş olup bu çalışmada % 100 oranında aspir yağı içeren yemlerle beslenen grupta (% 32.20) elde edilen değer ile benzerlik göstermektedir.

Tekli doymamış yağ asitleri içerisinde en baskın yağ asidi oleik asittir. Oleik asit, birçok kültür balığında büyüme ve gelişim için önemli olan enerjiyi sağlamaktadır. Ayrıca dişi balıkların yumurta oluşturması için önemli bir yağ asididir (Tocher, 2003). Çalışma sonunda oleik asit miktarı % 24.95-48.57 arasında tespit edilmiştir. En yüksek oleik asit miktarı KY grubunda (% 48.57), en düşük miktar ise BY-AY grubunda (% 24.95) tespit edilmiştir. Kanola yağının kullanıldığı çalışmalarda, Bell ve ark. (2001)'nın (%17.1-39.1), Bell ve ark. (2003)'nın (% 16.7-38.6) Atlantik salmonunda, Huang ve ark. (2008)'nın Chinook salmonda (% 32.4-46.3), Twibell ve ark. (2012)'nin Coho salmonda (% 17.74-40.15) elde edilen değerler ile bu çalışmada elde edilen değerler benzerlik göstermiştir. Özel (2015)'in Karadeniz alabalığı yeminde soya ve keten tohumu yağlarının kullanım olanaklarını araştırdığı çalışmada, balık etindeki oleik asit miktarının % 13.75-18.89 arasında olduğu ve en yüksek oleik asit değerinin balık yağı içeren yemle

beslenen grupta elde edildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerler, Bransden ve ark. (2003)'nın Atlantik salmonunda balık yağı yerine ayçiçeği yağı kullandığı çalışmada elde edilen değerlerden (% 16.3-19.8) ve Özel (2015)'in elde ettiği değerlerden (% 13.75-18.89) yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada kullanılan kanola yağının oleik asit miktarının (% 61.30), aspir (% 23.09) ve balık yağından (% 16.72) oldukça yüksek olması kanola yağı kullanılan yemde ve bu yemle beslenen balıkların etindeki oleik asit miktarının da yüksek olmasına neden olmuştur. Yemlerde kullanılan yağ kaynağının, hem yemin hem de balık etinin yağ asidi kompozisyonunu etkilediği yapılan birçok çalışmada rapor edilmiştir (Caballero ve ark., 2002; Turchini ve ark., 2003; Francis ve ark., 2007a; Dernekbaşı, 2008; Özel, 2015). Bu çalışmada kullanılan yağ kaynakların (aspir ve kanola yağı) kullanıldığı yemlerdeki oleik asit miktarı (% 20.63-49.94), Bransden ve ark. (2003)'nın yaptığı çalışmada ayçiçeği yağı içeren yemlerde (% 13.1-15.5) (balık yağı içeren yemin oleik asit miktarı hariç), Özel (2015)'in yaptığı çalışmada kullandığı yağ kaynaklarını içeren (soya ve keten tohumu yağı) yemdeki oleik asit miktarlarından (% 17.92-19.96) (balık yağı içeren yemin oleik asit miktarı hariç) yüksek bulunmuştur. Bu durum, yemdeki yağ asidi kompozisyonunun, balık etini doğrudan etkilediğini göstermektedir.

Dernekbaşı ve ark. (2015), Gökkuşluğu alabalığı yeminde aspir yağı ve aspir-kanola yağı karışımı kullandıkları çalışmada, balık dokusundaki oleik asit miktarını en düşük % 26.54 ile sadece balık yağı içeren yemle beslenen grupta, en yüksek ise % 39.51 ile aspir-kanola yağı karışımı içeren yemle beslenen grupta elde edildiğini bildirmiştir. Bu çalışmada aspir-kanola yağı içeren yemin kullanıldığı grupta elde edilen değer (% 39.62) ile Dernekbaşı ve ark. (2015)'nin elde ettiği değer (% 39.51) benzer bulunmuştur.

6.6.2.3. Balık Etindeki Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (ω -6 PUFA) Değerlerine İlişkin Tartışma

Toplam ω -6 PUFA bakımından gruplar incelendiğinde en yüksek değer % 38.48 ile AY grubunda en düşük değer % 12.15 ile BY grubunda olduğu belirlenmiştir. Deneme yemlerinde özellikle aspir yağının kullanımı balık dokusundaki ω -6 PUFA değerinin yüksek olmasına neden olmuştur. Bitkisel yağların kullanıldığı (soya, kanola, aspir, palm yağı vb.) birçok çalışmada (Torstensen ve ark., 2000; Bell ve ark., 2003; Blanchard ve ark., 2008; Dernekbaşı ve ark., 2015; Hixson ve ark., 2017; Torrecillas ve

ark., 2017) kullanılan bitkisel yağın miktarı arttıkça yemdeki ve balık dokusundaki toplam ω -6 PUFA miktarının da arttığı bildirilmiştir.

Blanchard ve ark. (2008)'nın tatlı su levreği yeminde morina karaciğer yağı, aspir yağı ve keten tohumu yağı kullandığı çalışmada, en yüksek toplam ω -6 PUFA miktarının aspir yağı kullanılan iki grupta (% 22.36 ve 24.10), en düşük miktarın ise morina karaciğer yağı kullanılan grupta (% 4.86) elde edildiği bildirilmiştir. Dernekbaşı ve ark. (2015)'nin Gökkuşluğu alabalığında yaptıkları çalışmada, balık dokusundaki en yüksek ω -6 PUFA miktarının % 50 balık yağı yerine aspir yağı kullanılan yemle beslenen grupta (% 26.79) elde edildiği bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda elde edilen değerler ile bu çalışmada elde edilen değerler arasında farklılık olmakla birlikte aspir yağının, balıkların dokusundaki ω -6 PUFA miktarını arttırdığı söylenebilir.

Linoleik asit balıklar tarafından sentezlenemeyen esansiyel yağ asitlerinden biridir (Tocher, 2003). Birçok çalışmada (Bell ve ark., 2001; Francis ve ark., 2007a; Blanchard ve ark., 2008) ω -6 yağ asidi grubunun en baskın yağ asidinin linoleik yağ asidi olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada yemdeki linoleik asit miktarı, balık etindeki linoleik asit seviyesini yansıtmıştır. Deneme gruplarında elde edilen linoleik asit miktarı % 11.49-36.32 arasında tespit edilmiştir. En düşük değer BY grubunda, en yüksek değer ise AY grubunda elde edilmiştir. Balık yağı içeren yemlerle (BY) beslenen balıklarda etteki linoleik asit miktarı, aspir ve kanola yağı içeren yemlerle (AY, KY, BY-AY, BY-KY, AY-KY, BY-AY-KY) beslenen balıklardakinden daha düşük bulunmuştur. Özellikle aspir yağı içeren yemlerle beslenen balıklarda kas dokusundaki linoleik asit miktarı diğer gruplara göre oldukça yüksek bulunmuştur. Aspir yağı (Nematipour ve Gatlin, 1993; Blanchard ve ark. 2008; Dernekbaşı ve ark. 2015) ve kanola yağı (Bell ve ark. 2001; Francis ve ark., 2007a; Dernekbaşı, 2008; Moghaddam ve ark., 2013) ile yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar bildirilmiştir. Huang ve ark. (2008)'nın kral salmon yeminde farklı oranlarda kanola yağı (% 0, 33, 67 ve 100) kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, kanola yağı oranı arttıkça etteki linoleik asit miktarının da arttığı bildirilmiştir. Özel (2015)'in Karadeniz alabalığında yaptığı çalışmada, bitkisel yağ içeren yemlerle beslenen gruplarda elde edilen linoleik asit miktarının, balık yağı içeren yemle beslenen gruba göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Özel (2015)'in yaptığı çalışmada, balık etindeki linoleik asit miktarı % 5.54-26.96 arasında tespit etmiştir. Özel (2015)'in elde ettiği değerler ile mevcut çalışmada (% 11.43-36.32) elde edilen değerler paralellik göstermiştir.

Dernekbaşı ve ark. (2015)'nın Gökkuşuğu alabalığı yeminde aspir yağı ve aspir-kanola yağı karışımını kullandıkları çalışmada, balık etindeki linoleik asit miktarının % 7.37-25.64 arasında olduğu ve aspir yağı oranı arttıkça linoleik asit miktarının da arttığı bildirilmiştir. Dernekbaşı ve ark. (2015)'nin elde ettiği değerler ile bu çalışmada elde edilen değerler farklı olmasına rağmen bu çalışmada da aspir yağı oranı arttıkça balık etindeki linoleik asit miktarının arttığı tespit edilmiştir.

Bir diğer önemli ω -6 PUFA ise araşidonik asittir. Alabalıklar başta olmak üzere tatlı su balıkları linoleik asidi, araşidonik aside dönüştürme yeteneğine sahiptir (Tocher, 2003). Bitkisel yağlar balık yağına oranla düşük miktarda araşidonik asit içermekte olduğundan, yemdeki bitkisel yağ oranı arttıkça araşidonik asit miktarı da azalmaktadır (Bell ve ark., 2001). Bitkisel kaynaklı yemlerde araşidonik asit miktarı düşük olmasına rağmen özellikle linoleik asit miktarı yüksek bitkisel yağ kullanılan yemlerle beslenen balıkların dokusunda araşidonik asit miktarı yüksek olabilir. Bunun nedeni balıkların linoleik asidi, araşidonik aside dönüştürmeleridir (Torstensen ve Tocher, 2010). Deneme başında balık dokusundaki araşidonik asit miktarı % 0.16 olarak tespit edilmiştir. Deneme sonunda araşidonik asit miktarı tüm gruplarda artış göstermiştir. Çalışma sonunda balık dokusunda araşidonik asit miktarı en yüksek % 0.35 ile BY grubunda, en düşük ise % 0.17 ile BY-KY grubunda elde edilmiştir. Karadeniz alabalığında, Özel (2015)'in (% 0.73-1.07), Şahin ve ark. (2011)'nin (% 0.03) elde ettiği değerler ile bu çalışmada elde edilen değerler arasında farklılık gözlenmiştir. Dernekbaşı ve ark. (2015)'nin gökkuşuğu alabalığında yapmış oldukları çalışmada araşidonik asit miktarını % 0.38-0.54 arasında olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerler, yapılan çalışmada elde edilen değerlerden düşük bulunmasına rağmen balık-aspir-kanola yağı içeren yemlerle beslenen grupta (% 0.38) elde ettikleri değer ile mevcut çalışmada balık-aspir-kanola yağı içeren yemle beslenen grupta elde edilen değer (% 0.34) benzerlik göstermiştir.

6.6.2.4. Balık Etindeki Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (ω -3 PUFA) Değerlerine İlişkin Tartışma

Toplam ω -3 PUFA miktarları incelendiğinde, deneme başında % 3.53 olan değer AY ve AY-KY grupları dışındaki bütün gruplarda arttığı tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki en yüksek değer BY grubunda (% 11.39), en düşük değer ise AY grubunda (% 1.41) tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda balık yağı içeren yemlerle beslenen balıkların dokusundaki toplam ω -3 PUFA miktarının, bazı bitkisel yağların (soya, kanola, aspir,

pamuk tohumu yağı vb.) kullanıldığı yemlerle beslenen balıkların dokusundaki toplam ω -3 PUFA miktarından fazla olduğu bildirilmiştir (Bell ve ark., 2003; Francis ve ark., 2007a; Güler ve Yıldız, 2011; Arslan ve ark., 2012; Dernekbaşı ve ark., 2015). Guillou ve ark. (1995)'nin Kaynak alabalığı yeminde soya ve kanola yağı kullandığı çalışmada (%5.20-8.93) elde ettikleri değerler ile mevcut çalışmada elde edilen değerler (% 1.49-11.39) paralellik göstermiştir. Dernekbaşı ve ark., (2015), Gökkuşluğu alabalığı yeminde aspir yağı ve aspir-kanola yağı karışımını kullandıkları çalışmada, balık dokusundaki toplam ω -3 PUFA miktarının % 13.41-25.70 arasında olduğunu ve en yüksek değer balık yağı içeren yem ile beslenen grupta elde edildiğini bildirmişlerdir. Özel (2015), Karadeniz alabalığı yeminde soya ve keten tohumu yağı kullandığı çalışmada, balık dokusundaki toplam ω -3 PUFA miktarının % 27.19-39.00 arasında olduğunu, en yüksek değer % 33:67 oranında soya-keten tohumu yağı karışımı içeren yemle beslenen grupta elde edildiğini ve keten tohumu miktarı arttıkça toplam ω -3 PUFA miktarının arttığını bildirmiştir. Yapılan çalışmalarda elde edilen değerler ile bu çalışmada elde edilen değerler arasında farklılık belirlenmiştir. Keten tohumu yağı ile yapılan başka bir çalışmada, keten tohumu yağının toplam ω -3 PUFA (% 50-55) miktarının, balık etine de yansıdığı (225.1-363.4 mg/g) belirtilmiştir (Francis ve ark., 2007a).

Balıkların büyümesi, gelişimi ve üremesi için ω -3 yağ asitlerinden EPA ve DHA yağ asitlerine ve ω -6 yağ asitlerinden araşidonik aside ihtiyaç duyulmaktadır. Birçok tatlı su balık türü linolenik yağ asidini, EPA ve DHA yağ asitlerine dönüştürebilir (Tocher, 2003). Bitkisel yağlar EPA ve DHA gibi ω -3 PUFA bakımından fakir fakat linoleik asit ve linolenik asit gibi 18 karbonlu PUFA'lar bakımından oldukça zengindir (Huang ve ark., 2008). Bazı bitkisel yağlarla (soya, keten tohumu, kanola yağı vb) yapılan çalışmalarda, bitkisel yağların, balık yağına göre daha fazla linolenik asit içermesinden dolayı bitkisel yağ kullanılan yemdeki ve bu yemle beslenen balıkların etindeki linolenik asit miktarının yüksek olduğu bildirilmiştir (Bell ve ark., 2001; Huang ve ark., 2008; Arslan ve ark., 2012; Moghaddam ve ark., 2013).

Çalışma sonunda balık etindeki linolenik asit miktarı % 0.31-3.05 arasında tespit edilmiştir. Gruplar arasında en yüksek değer KY grubunda, en düşük değer ise AY grubunda elde edilmiştir. Aspir yağının (% 0.09), balık yağı (% 1.40) ve kanola yağına (% 8.83) göre oldukça düşük miktarda linolenik asit içermesi yemdeki linolenik asit miktarına dolayısıyla balık etindeki linolenik asit miktarına etki etmiştir. Yemde kullanılan kanola yağı miktarı arttıkça balık kas dokusundaki linolenik asit miktarı da

artış göstermiştir. Kanola yağı ile yapılan çalışmalarda (Bell ve ark., 2003; Francis ve ark., 2007; Dernekbaşı, 2008) kanola yağı oranı arttıkça, balık etindeki linolenik asit miktarının arttığı bildirilmiştir. Dernekbaşı ve ark. (2015)'nin Gökkuşluğu alabalığında yaptıkları çalışmada, balık etindeki linolenik asit miktarının % 0.77-1.26 arasında olduğu ve aspir yağı miktarı arttıkça balık etindeki linolenik asit miktarının azaldığı bildirilmiştir. Blanchard ve ark. (2008)'nin tatlı su levreği yeminde morina karaciğer yağı, aspir ve keten tohumu yağı kullandığı çalışmada, balık kas dokusundaki linolenik asit miktarının % 0.98-1.26 arasında olduğu ve en düşük değerin aspir yağı kullanılan yem ile beslenen grupta elde edildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen AY-BY (% 0.68) ile Dernekbaşı ve ark. (2015)'nin % 50 aspir yağı kullandığı grupta elde ettiği değer (% 0.77) paralellik göstermiştir.

EPA ve DHA, balıkların yaşama, büyüme ve gelişimi için önemli yağ asitlerindendir. Balık yağı yerine bitkisel yağların kullanılması yemdeki EPA ve DHA yağ asitleri miktarının azalmasına neden olur. Bu durum, bu tür yemlerle beslenen balıkların etindeki yağ asidi kompozisyonunu da etkilemektedir. Balık yağı içeren yemlerle beslenen balıkların etindeki EPA ve DHA yağ asit miktarının, bitkisel yağ içeren yemlerle beslenen balıkların etindeki EPA ve DHA miktarından daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Bell ve ark., 2001; Izquierdo ve ark., 2003; Fountoulaki ve ark., 2009).

Bu çalışmada balık etindeki EPA miktarı % 0.12-2.26, DHA miktarı ise % 0.67-7.10 arasında elde edilmiştir. EPA ve DHA miktarı en yüksek BY grubunda, en düşük ise AY grubunda elde edilmiştir. Yemde kullanılan bitkisel yağların (aspir ve kanola yağları) miktarı arttıkça, balıkların kas dokusundaki EPA ve DHA yağ asitleri miktarının azaldığı belirlenmiştir. Farklı yağ kaynakları (kanola, soya, palm ve aspir yağı) ile yapılan çalışmalarda (Bell ve ark., 2002; Francis ve ark., 2007a; Blachard ve ark., 2008; Arslan ve ark., 2012) da benzer sonuçlar bildirilmiştir. Torstensen ve ark. (2004), 142 g ağırlığındaki Atlantik salmonu yeminde balık yağı yerine farklı oranlarda kanola yağı (% 0, 25, 50, 75 ve 100) ve zeytinyağı (% 50) kullandıkları 42 hafta süren çalışma sonunda farklı oranlarda kanola yağı kullanılan yemlerle beslenen balıkların etindeki EPA miktarının % 0.8-2.4 ve DHA miktarının % 2.4-4.6 arasında olduğunu ve kanola yağı oranı arttıkça EPA ve DHA miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen EPA ve DHA değerleri ile Torstensen ve ark. (2004)'nin elde ettiği değerler benzerlik göstermektedir. Kahverengi alabalıkta Arslan ve ark. (2012)'nin (EPA % 0.54-7.50; DHA % 1.17-14.23), Kaynak alabalığında Guillo ve ark. (1995)'nin (EPA % 0.60-

2.08; DHA % 2.93-5.89) ve Atlantik salmonunda Hixson ve ark. (2017)'nin (EPA % 1.3-2.0; DHA % 4.9-7.2) elde ettiği değerler ile bu çalışmada elde edilen değerler benzerlik göstermektedir.

Balık yağı, bitkisel yağlara oranla ω -3 serisi yağ asitlerini daha fazla miktarda içermektedir. Bitkisel yağlar ise ω -6 serisi yağ asitleri bakımından zengindir. Bitkisel yağ içeren yemlerle beslenen balıkların etindeki ω -3/ ω -6 oranı, balık yağı içeren yemlerle beslenen balıklara göre genellikle daha düşüktür (Bell ve ark. 2003; Izquierdo ve ark., 2003). Bu çalışmada balık etindeki ω -3/ ω -6 oranı % 0.04-0.94 arasında elde edilmiştir. Gruplarda en yüksek değer BY grubunda, en düşük değer ise AY grubunda tespit edilmiştir. Aspir yağı içeren yemin ω -3/ ω -6 oranı oldukça düşük (% 0.06) olduğu için, % 100 oranında aspir yağı içeren yemle beslenen balıklarda etteki ω -3/ ω -6 oranı (% 0.04) oldukça düşük bulunmuştur. % 100 kanola yağı içeren yemle beslenen balıklarda etteki ω -3/ ω -6 oranı ise % 0.32 olarak tespit edilmiştir. Guillou ve ark. (1995)'nin Kaynak alabalığı yeminde % 100 oranında soya ve kanola yağlarını kullandıkları çalışmada, soya yağı içeren yemle beslenen balıkların etindeki ω -3/ ω -6 oranını % 0.20, kanola yağı içeren yemle beslenen balıklarda ise ω -3/ ω -6 oranını % 0.35 olarak tespit etmişlerdir. Brandsen ve ark. (2003), Atlantik salmonunda farklı oranlarda (% 0, 4, 10, 20, 40 ve 100) ayçiçek yağı kullandıkları çalışmada, % 100 oranında ayçiçeği yağı içeren yemle beslenen balıkların etindeki ω -3/ ω -6 oranını % 0.40 olarak tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda elde edilen değer ile bu çalışmada % 100 kanola yağı kullanılan yemle beslenen balıklarda elde edilen değer (% 0.32) benzerlik göstermektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ticari balık yemlerindeki en önemli yağ kaynağı balık yağıdır. Balık yağı üretiminin avcılığa dayalı olması, sürdürülebilir üretim açısından bir darboğaz olarak değerlendirmektedir. Ayrıca balık yağının insan beslenmesinde ve diğer besi hayvanlarının yemlerinde de kullanılıyor olması balık yağına olan talebi artırmakta ve dolayısıyla fiyatını yükseltmektedir. Ticari yem sektöründe ekonomik ve sürdürülebilir yem üretiminin sağlanabilmesi için yem üretiminde balık yağının tamamı ya da bir kısmı yerine kullanıldığında balık etinin kimyasal yapısına olumsuz yansımayaacak ekonomik, sağlıklı ve bol bulunan yağ kaynaklarının bulunması elzemdir. Bitkisel yağlar, günümüzde balık yağına oranla ucuz olması ve kolay temin edilebilmesi nedeniyle balık yağına alternatif olabilecek en uygun hammaddeler arasında değerlendirilmektedir. Bu yüzden de son yıllarda balık yemlerinde alternatif olarak kullanılabilecek bitkisel yağ kaynaklarının kullanım imkanları hakkında birçok çalışma yapılmaktadır. Buradan hareketle, bu çalışmada ülkemizde üretimi gerçekleştirilen ve teşvik edilen aspir yağı ve dünya genelinde birçok alanda kullanım imkanı bulunan kanola yağının, ülkemiz kültür balıkçılığı ürün yelpazesinde henüz yeterince yer bulamamış ancak potansiyeli yüksek olan Karadeniz alabalığı yeminde balık yağının tamamı ya da yarısı yerine kullanılarak alternatif olup olamayacağı araştırılmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, Karadeniz alabalığı yeminde kullanılan aspir ve kanola yağlarının, spesifik büyüme oranı, canlı ağırlık artışı, oransal büyüme oranı, termal büyüme kat sayısı ve yem değerlendirme oranı üzerine herhangi bir olumsuz etki yapmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre Karadeniz alabalığı yeminde balık yağı yerine tamamen aspir veya kanola yağı kullanımının, balıkların büyüme performansı ve yem değerlendirme üzerine herhangi bir olumsuz etki göstermeden kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Diğer taraftan, balık etinin kimyasal yapısı ve yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde, yemdeki yağ asidi kompozisyonunun balık etine doğrudan yansıdığı tespit edilmiştir. Balık yağı içeren yemle beslenen balıklarda, araşidonik asit, EPA ve DHA gibi önemli yağ asitlerinin % 100 oranında aspir yağı ve % 100 oranında kanola yağı içeren yemlerle beslenen balıklardan daha yüksek olduğu görülmüştür. Yine ω -3 serisi yağ asitleri de balık yağı içeren yemlerle beslenen balıklarda yüksek bulunmuştur. Aspir yağını yüksek miktarda içeren yemlerle beslenen balıklarda linoleik asit miktarı,

kanola yağını yüksek miktarda içeren yemlerle beslenen balıklarda ise hem linoleik asit hem de α -linolenik asit miktarları yüksek bulunmuştur. Ayrıca aspir yağı içeren yemlerle beslenen balıklarda ω -6 serisi yağ asitleri miktarı oldukça yüksek bulunmuştur. ω -3/ ω -6 oranı incelendiğinde, balık yağı içeren yemle beslenen balıkların, aspir ve kanola yağlarını içeren yemlerle beslenen balıklara göre daha avantajlı olduğu anlaşılmıştır. Bu durumun, ω -3 serisi yağ asidi miktarından daha çok balık etindeki linoleik asitten kaynaklı ω -6 yağ asitleri miktarının yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak; Karadeniz alabalığı yeminde balık yağı yerine 1/2 oranında aspir yağı veya kanola yağı kullanılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yemde balık yağıyla birlikte 1/3 oranında aspir ve 1/3 oranında kanola yağının, büyüme performansı, yem değerlendirme ve balık etindeki yağ asidi kompozisyonu üzerine herhangi bir olumsuz etki yapmaksızın kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

8. KAYNAKLAR

- Altundağ, S., Tırıl, S.U., Özdemir, A. 2014. Effects of safflower oil supplementation in diet on growth performance and body fatty acid composition of turbot (*Psetta maxima*). Aquaculture International, 22 (2): 597-605.
- Anonim, 2016a. <http://www.fishbase.se/summary/Salmo-trutta.html> (Erişim Tarihi: 24.10.2016).
- Anonim, 2016b. <http://www.fishbase.org/photos/ThumbnailsSummary.php?ID=4879> (Erişim Tarihi: 18.11.2016).
- Anonim, 2016c. <http://blog.avfoni.com/wp-content/uploads/2015/03/abant-alas%C4%B1.jpg> (Erişim Tarihi: 18.11.2016).
- Anonim, 2016d. http://www.fishbase.se/images/species/Sacas_u1.jpg (Erişim Tarihi: 18.11.2016).
- Anonim, 2016e. <http://medicinalherbinfo.org/images/Safflower2.jpg> (Erişim Tarihi: 22.11.2016).
- Anonim, 2016f. <http://birdsville.net.au/wp-content/uploads/2013/10/Safflower-seeds.jpg> (Erişim Tarihi: 22.11.2016).
- Anonim, 2016g. http://barefootshepherdess.typepad.com/barefoot_shepherdess/2009/07/dyeing-with-safflower.html (Erişim Tarihi: 23.11.2016).
- Anonim, 2016h. <http://www.burcakhaharat.com.tr/?web=sayfa&ic=ilst&id=185> (Erişim Tarihi: 23.11.2016).
- Anonim, 2016i. <http://www.telgraf.net/altin-fiyatina-haspir-haberi-21933.html> (Erişim Tarihi: 23.11.2016).
- Anonim, 2016j. <http://arastirma.tarim.gov.tr/gktaem/Menu/12/Tescilli-Cesitlerimiz> (Erişim Tarihi: 29.11.2016).
- Anonim, 2017a. <https://www.tohumgubre.com/SFolder/ckeditor/images/kanola-bitkisi-nedir.jpeg> (Erişim Tarihi: 27.01.2017).
- Anonim, 2017b. <http://www.paymar.com.tr/portals/2/fotos/Kanola/s1.JPG> (Erişim Tarihi: 27.01.2017).

- Anonim, 2107c. <https://www.turkcebilgi.com/kanola> (Erişim Tarihi: 27.01.2017).
- Anonim, 2017d. <http://www.hekim.org/img/articles/ozon-3.jpg> (Erişim Tarihi: 14.03.2017).
- Anonim, 2017e. <https://www.foodelphi.com/yaglarin-kimyasal-yapisi/> (Erişim Tarihi: 16.02.2017).
- Anonim, 2017f. https://en.wikipedia.org/wiki/Docosahexaenoic_acid (Erişim Tarihi: 20.03.2017).
- Aparicio, E., Garcia-Berthou, E., Araguas, R.M., Martinez, P., Garcia-Marin, J.L., 2005. Body pigmentation pattern to assess introgression by hatchery stocks in native *Salmo trutta* from Mediterranean stream. Journal of Fish Biology 67,931-949.
- Arslan M., Sirkecioğlu N., Bayır A., Arslan H., Aras M. 2012. The influence of substitution of dietary fish oil with different vegetable oils on performance and fatty acid composition of brown trout, *Salmo trutta*, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 12: 575-583.
- Arzel, J., Lopez, F.X.M., Métailler, R., Stéphan, G., Viau, M., Gandemer, G., Guillaume, J. 1994. Effect of dietary lipid on growth performance and body composition of brown trout (*Salmo trutta*) reared in seawater. Aquaculture, 123: 361-375.
- Aybal, N.Ö. 2007. Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) yavrularının yemlerinde protein kaynağı olarak kanola (*Brassica* spp.) küspesi kullanma olanakları. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 116 s.
- Babaoğlu, M. 2006. Dünya’da ve Türkiye’de aspir bitkisinin tarihi, kullanım alanları ve önemi. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, <http://arastirma.tarim.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=58> (Erişim Tarihi: 21.11.2016).
- Babaoğlu, M. 2007. Aspir bitkisi ve tarımı. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, <http://arastirma.tarim.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=59> (Erişim Tarihi: 21.11.2016)
- Bachman, R.A. 1991. Brown trout (*Salmo trutta*). Stackpole Books, Harrisburg, PA, 208-229.

- Baglinière, J., L. ve Maisse, G., 1999. Biology and ecology of the brown and sea trout. Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK.
- Baki, H.; 2012. Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax* PALLAS, 1811) üretiminde, anaç balıkların (F3) üreme özelliklerinin özel işletme şartlarında belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 56 s.
- Başçınar, N., Çakmak, E., Çavdar, Y., Aksungur, N. 2007. The effect of feeding frequency on growth performance and feed conversion rate of black sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 7: 13-17.
- Başçınar, N., Çakmak, E., Aksungur, N. 2008. Üç farklı su sıcaklığı rejiminde, karadeniz alabalığı (*Salmo turtta labrax*, PALLAS, 1811) alevlerinin boy artışı, maksimum alev in ağırlığı ve gelişim indeksi. S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 1-2: 29-37.
- Başçınar, N., Şahin, Ş.,A., Kocabaş, M. 2010. Effects of duo -culture on growth performance of brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchill, 1814) and black sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) in tank reared condition. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 16 (Suppl-B), 249-254.
- Bat, L., Erdem, Y., Tırıl S.U., Yardım, Ö., 2008. Balık Sistematiği. Nobel yayınları no: 1330, Ankara, 270 s.
- Bayır, M. 2011. Farklı yağ kaynaklarının kahverengi alabalık (*Salmo trutta*)’ta büyüme ve yağ asidi kompozisyonuna etkileri ile antioksidan enzim aktiviteleri vasıtasıyla açlığa cevaplarının ölçülmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 198 s.
- Bayrak, A. 1997. Ankara ve şanlıurfa’da denenen yazlık-kışlık aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşit ve hatlarının yağ asitleri bileşiminin araştırılması. Gıda Dergisi, Cilt: 22 (4): 269 – 277.
- Belica, L. 2007. Brown trout (*Salmo trutta*): A technical conservation assessment. USDA Forest Service, Rocky Mountain Region. 119 s.
- Bell, J.G., McEvoy, J., Tocher, D.R., McGhee, F., Campbell, P.J., Sargent, J.R. 2001. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*)

- affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. *The Journal of Nutrition*, 131:1535-1543.
- Bell, J.G., Henderson, R.J., Tocher, D.R., McGhee, F., Dick, J.R., Porter, A., Smullen, R.P., Sargent, J.R. 2002. Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects muscle fatty acid composition and hepatic fatty acid metabolism. *The Journal of Nutrition*, 132 (2): 222-230.
- Bell, J.G., McGhee, F., Campbell, P.J., Sargent, J.R. 2003. Rapeseed oil as an alternative to marine fish oil in diets of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*): changes in flesh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil “wash out”. *Aquaculture*, 218: 515-528.
- Bernatchez, L. 2001. The evolutionary history of brown trout (*Salmo trutta* L.) inferred from phylogeographic, nested clade, and mismatch analyses of mitochondrial DNA variation, *Evolution*, 55, 351-379.
- Blanchard, G., Makombu, J.G., Kestemont, P. 2008. Influence of different dietary 18:3n-3/18:2n-6 ratio on growth performance, fatty acid composition and hepatic ultrastructure in Eurasian perch, *Perca fluviatilis*. *Aquaculture*, 284: 144-150.
- Bostock, J., McAndrew, B., Richards, R., Jauncey, K., Telfer, T., Lorenzen, K., Little, D., Ross, L., Handisyde, N., Gatward, I., Corner, R. 2010. *Aquaculture: global status and trends*. Phil. Trans. R. Soc. B, 365: 2897–2912.
- Brandsen M.P., Carter C.G., Nichols P.D. 2003. Replacement of fish oil with sunflower oil in feeds for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): effect on growth performance, tissue fatty acid composition and disease resistance. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 135, 611–625.
- Brumund-Rüther, E., Brüning, G., Winkler, H.M., Hartmann, N., Schmidt, G. 1996. *Fisch des Jahres-Die Meerforelle (Salmo trutta trutta L.)*. Verband Deutscher Sportfischer e.V., Offenbach, 116 s.
- 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: 253-271 p.

Canada-council, 2016.

http://www.canolacouncil.org/media/514518/canolainfo_fat_chart_2016.pdf

(Erişim Tarihi: 31.01.2017).

Christie, W., W. 1989. Gas chromatography and lipids. The Oily Press Ltd., Bridgwater, Somerset, Scotland, 184 p.

Clapp, D.F., Clark Jr. R.D., Diana J.S. 1990. Range, activity, and habitat of large, free-ranging brown trout in a Michigan stream. Transactions of the American Fisheries Society 119:1022-1034.

Çabukel, B., Gönül, K., Yalçınkaya, T., Misir, E. 2009. Türkiye’de bitkisel yağ sektörü ve alternatif bir çözüm, kanola yağı. Yıldız Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, 68s.

Çakmak, E., Kurtoglu, İ., Z., Çavdar, Y., Firidin Ş., Aksungur, N.; Başçınar, N.; Esenbuğa, H.; Zengin, B.; 2004. Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax* PALLAS, 1811)’nın yetiştiriciliğı ve balıklandırma amacıyla kullanımı. Proje Sonuç Raporu, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon, 128 s.

Çakmak, E., Kurtoglu, İ. Z., Çavdar, Y., Aksungur, N., Başçınar, N., Firidin Ş., Zengin, B. Esenbuğa, H., 2009. Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*)’nın kültüre alma süreci ve sürdürülebilir yetiştiricilik. Doğal Alabalık Çalıştay: Sürdürülebilir Yetiştiricilik, Koruma ve Balıklandırma, 22-23 Ekim 2009, Trabzon, 93-98.

Çakmak, E., Polat, H., Akpınar, Z., Aksungur, N., Ak, O. 2013. Kırilangıç balığı (*Chelidonichthys lucerna* L., 1758)’nın kültür ortamına uyumu. Yunus Araştırma Bülteni, 2: 3-9.

Dernekbaşı, S.Y., 2008. Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerinde kanola yağını kullanma olanakları. Doktora Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 110 s.

Dernekbaşı, S.Y., Kerim, M., Alagil, F. 2015. Effect of dietary safflower and canola oil on growth performance, body, and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Aquatic Food Product Technology, 24:131-142,

- Demirci, M., Esendal, E., Geçgel, Ü., Taşan, M. 2003. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) yağının asit kompozisyonu ve besin değeri. Türkiye I. Yağlı Tohumlar, Bitkisel Yağlar Ve Teknolojileri Sempozyumu, 22–23 Mayıs 2003, İstanbul. Sempozyum Bildiri Kitabı (Editör: T. Dölekoğlu) s: 126–130. TEAE Yayın No: 107.
- Elliot, J.M. 1994. Quantitative ecology and the Brown trout. Oxford Series in Ecology and Evolution. Oxford University Press, Oxford, Anglaterra 286 s.
- Eseceli, H., Değirmencioğlu, A., Kahraman, R., 2006. Omega yağ asitlerinin insan sağlığı yönünden önemi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No 33.
- FAO, 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization, ROMA, 197 s.
- FAO, 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Erişim Tarihi: 27.01.2017).
- Firidin, Ş.; Çakmak, E.; Aksungur, N.; 2012. Karadeniz alabalığının embriyonal gelişiminin incelenmesi. Yunus Araştırma Bülteni 2012 (2): 7-16.
- Francis, D.S., Turchini, G.M., Jones, P.L., De Silva, S.S., 2006. Effects of dietary oil source on growth and filet fatty acid composition of Murray cod, *Maccullochella peelii peelii*. Aquaculture, 253:547-556.
- Francis, D.S., Turchini, G.M., Jones, P.L., De Silva, S.S. 2007a. Growth performance, feed efficiency and fatty acid composition of juvenile Murray cod, *Maccullochella peelii peelii*, fed graded levels of canola and linseed oil. Aquaculture Nutrition, 13: 335-350.
- Francis, D.S., Turchini, G.M., Jones, P.L., De Silva, S.S. 2007b. Dietary lipid source modulates in vivo fatty acid metabolism in the freshwater fish, Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55 (4): 1582-1591.
- Fountoulaki E., Vasilaki A., Hurtado R., Grigorakis K., Karacostas I., Nengas I., Rigos G., Kotzamanis Y., Venou B., Alexis M.N., 2009. Fish oil substitution by vegetable oils in commercial diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.); effects on growth performance, flesh quality and fillet fatty acid profile recovery

- of fatty acid profiles by a fish oil finishing diet under fluctuating water temperatures, *Aquaculture*, 289: 317-326.
- Geldiay, R., Balık, S. 2007. Türkiye Tatlı Su Balıkları, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:46, Ders Kitabı Dizini No: 16, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 644 s.
- Grant, A.A.M., Baker, D., Higgs, D.A., Brauner, C.J., Richards, J.G., Balfry, S.K., Schulte, P.M. 2008. Effects of dietary canola oil level on growth, fatty acid composition and osmoregulatory ability of juvenile fall chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture*, 277:303-312.
- Guillou, A., Saucy, P., Khalil, M., Adambounou, L. 1995. Effects of dietary vegetable and marine lipid on growth, muscle fatty acid composition and organoleptic quality of flesh of brook charr (*Salvelinus fontinalis*). *Aquaculture*, 136: 351-362.
- Gunstone, F.D. 1996. Fatty acid and lipid chemistry. SPRINGER-SCIENCE+BUSINESS MEDIA, B.V., Dordrecht, Netherlands, 252 p.
- Güler, M., Yıldız, M. 2011. Effects of dietary fish oil replacement by cottonseed oil on growth performance and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 35(3): 157-167.
- Henderson, R.J., 1996. Fatty acid metabolism in freshwater fish with particular reference to polyunsaturated fatty acids. *Archives of Animal Nutrition*, 49 (1): 5-22.
- Hixson, S.F., Parrish, C.C., Xue, X., Wells, J.S., Collins, S.A., Anderson, D.M., Rise, M.L. 2017. Growth performance, tissue composition, and gene expression responses in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed varying levels of different lipid sources. *Aquaculture*, 467: 76-88.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., Kop, A.F. 2008. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 276 s.
- Huang, S.S.Y., Oo, A.N., Higgs, D.A., Brauner, C.J., Satoh, S., 2007. Effect of dietary canola oil level on the growth performance and fatty acid composition of juvenile red sea bream, *Pagrus major*. *Aquaculture*, 271: 420-431.

- Huang, S.S.Y., Fu, C.H.L., Higgs, D.A., Balfry, S.K., Schulte, P.M., Brauner, C.J. 2008. Effects of dietary canola oil level on growth performance, fatty acid composition and ionoregulatory development of spring chinook salmon parr, *Oncorhynchus tshawytscha*. *Aquaculture*, 274:109-117.
- Izquierdo, M.S., Obach, G., Arantzamendi, L., Montero, D., Robaina, L., Rosenlund, G., 2003. Dietary lipid sources for seabream and seabass: growth performance, tissue composition and flesh quality. *Aquaculture Nutrition*, 9: 397-407.
- Izquierdo, M.S., Montero, D., Robaina, L., Caballero, M.J., Rosenlund, G., Ginés, R., 2005. Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long term period. Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding. *Aquaculture*, 250: 431-444.
- Kaya, D. 2010. Farklı oranlarda prina yağı içeren yemlerin gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* w., 1792) gelişmesi ve vücut kompozisyonu üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 66 s.
- Kenari, A.A., Sotoudeh, E., Rezaei, M.H. 2011. Dietary soybean phosphatidylcholine effects growth performance and lipolytic enzyme activity in Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*) alevin. *Aquaculture Research*, 42 (5): 655-663.
- Kiron, V., Puangkaew, K., Ishizaka, S., Satoh, S., Watanabe, T. 2004. Antioxidant status and nonspecific immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed two levels of vitamin E along with three lipid sources. *Aquaculture*, 234: 361-379.
- Kocabaş, M. 2009. Türkiye doğal alabalık (*Salmo trutta*) ekotiplerinin kültür şartlarında büyüme performansı ve morfolojik özelliklerinin karşılaştırılması. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 186 s.
- Kocabaş, M., Baçınar, N., Kayım, M., Er, H., Şahin, H. 2013. The effect of different feeding protocols on compensatory growth of black sea trout *Salmo trutta labrax*. *North American Journal of Aquaculture*, 75: 429-435.
- Konukoğlu, D. 2008. Omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin özellikleri, etkileri, ve kardiyovasküler hastalıklar ile ilişkileri. *Türk Aile Hekimliği Dergisi*, 12(3):121-129.

- Korkut, A.Y., Kop, A., Demirtaş, N., Cihaner, A. 2007. Balık beslemede gelişim performansının izlenme yöntemleri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 24 (1-2): 201-205.
- Kurtoğlu, İ.Z., Çelikkale, M.S. 2016. Karadeniz alabalığının (*Salmo trutta labrax* L.) yetiştiriciliği ve balıklandırma potansiyeli. Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi, 1 (2): 48-55.
- Koshio, S., Teshima, S., Kanazawa, A., Watase, T. 1993. The effects of dietary protein content on growth, digestion efficiency and nitrogen excretion of juvenile kuruma prawns, *Penaeus japonicus*. Aquaculture, 192:233-247.
- Mayes, P.A., Botham, K.M. 2003. Lipids of physiologic significance. In: R. K. Murray, D.K. Granner, P.A. Mayes, V.W. Rodwell (Editors), Harper's Illustrated Biochemistry, Twenty-Sixth Edition, The McGraw-Hill Companies, New York, pp. 111-121.
- McIntosh, A. R., P. A. McHugh, and P. Budy. 2011. Brown trout (*Salmo trutta*). In R. A. Francis, editor, A Handbook of Global Freshwater Invasive Species. Earthscan, London, 455 s.
- Mezzera, M., Largiadér, C.R., Sholl, A. 1997. Discrimination of native and introduced brown trout in the river Doubs (Rhône drainage) by number and shape of parr marks. Journal of Fish Biology, 50, 672–677.
- Moghaddam, J.A., Kenari, A.A., Khodabandeh, S. 2013. Effects of dietary vegetal fatty acid and fat content on growth and acclimation to Caspian Sea water in Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*) parr. Aquaculture, 412-413: 144-150.
- Montero, D., Robaina, L., Caballero, M.J., Ginés, R., Izquierdo, M.S. 2005. Growth, feed utilization and flesh quality of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing vegetable oils: A time-course study on the effect of a re-feeding period with a 100% fish oil diet. Aquaculture, 248: 121-134.
- Montero, D., Grasso, V., Izquierdo, M.S., Ganga, R., Real, F., Tort., L., Caballero, M.J., Acosta, F., 2008. Total substitution of fish oil by vegetable oils in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) diets: effects on hepatic Mx expression and some immune parameters. Fish & Shellfish Immunology, 24: 147-155.

- Mourente, G., Good, J.E., Bell, J.G. 2005. Partial substitution of fish oil with rapeseed, linseed and olive oils in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): effects on flesh fatty acid composition, plasma prostaglandins E₂ and F_{2α}, immune function and effectiveness of a fish oil finishing diet. *Aquaculture Nutrition*, 11; 25–40.
- Mumoğullarında, P. 2012. Kanola ve balık yağlı yemlerle döngülü olarak beslemenin Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yavrularının büyüme performansına ve yağ asidi profiline etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 63 s.
- Mündel, H.H. 2008. Major achievements in safflower breeding and future challenges. 7. International Safflower Conference. 3-6 November, Wagga Wagga, New South Wales, Australia.
- Nematipour, G.R., Gatlin, D.M. 1993. Effects of different kinds of dietary lipid on growth and fatty acid composition of juvenile sunshine bass, *Morone chrysops*♀ × *M. saxatilis*♂. *Aquaculture*, 114: 141-154.
- Oğuz, F.K., Oğuz, M.N. 2006. Aspir ve hayvan beslemede kullanımı. *Yem Magazin* 45: 29–34.
- Özel, O.T. 2015. Alternatif yağ kaynaklarının yavru Karadeniz alabalıklarında (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) büyüme performansı, lipid metabolizması ve bazı genlerin mrna ekspresyonu üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 174 s.
- Öztürk Ö., Akınerdem F. 2003. Yağ açığını kapatılmasında alternatif bir yağ bitkisi kanola. Türkiye 1.Yağlı Tohumlar Bitkisel Yağlar ve Teknolojileri Sempozyumu Bildirimleri, 22-23 Mayıs 2003 İstanbul.
- Pettersson, A., Pickova, J., Brännäs, E. 2010. Swimming performance at different temperatures and fatty acid composition of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) fed palm and rapeseed oils. *Aquaculture*, 300: 176-181.
- Sargent, J., Mcevoy, L., Estevez, A., Bell, G., Bell, M., Henderson, J., Tocher, D.R. 1999. Lipid nutrition of marine fish during early development: Current status and future directions, *Aquaculture*, 179: 217-229.

- Sargent , J. R., Tocher , D. R., & Bell, J. G., 2002. The lipids. In : Halver JE, Hardy RW (eds) Fish Nutrition, 3rd edn. Academic, San Diego, USA, pp. 181-257.
- Seafish, 2016. Fishmeal and fish oil facts and figures.
(http://www.seafish.org/media/publications/SeafishFishmealandFishOilFactsandFigures_201612.pdf). (20.06.2017)
- Sedgwick, S.D. 1995. Trout farming handbook, Sixth edition, Oxford, U.K., 164 s.
- Singh, M. 2005. Essential fatty acid, DHA and human brain. The Indian Journal of Pediatrics, 72 (3): 239-242.
- Sirkecioğlu, A.N. 2011. Farklı yağ kaynakları ve su sıcaklığının gökkuşuğu alabalığı (*Onchorhynchus mykiss*) yavrularının büyüme performansı, lipid metabolizması ve bazı genlerin mRNA ekspresyonu üzerine etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 180s.
- Slastenenko, E. 1956. Karadeniz Havzası Balıkları, Çeviri: H.E Altan, Et ve Balık Kurumu Umum Müdürlüğü, İstanbul, 711 s.
- Sobutay, T. 2004. Kanola sektör araştırması. İstanbul Ticaret Odası Dış Ticaret Şubesi Araştırma Servisi, 24 s.
- Sonay, F.D. 2013. Triploid Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) üretimi ve büyüme potansiyeli ve et kalitesinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 137 s.
- Şahin, Ş.A., Başçınar, N., Kocabaş, M., Tufan, B., Köse, S., Okumuş, İ. 2011. Evaluation of meat yield, proximate composition and fatty acid profile of cultured brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchill, 1814) and black sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) in comparison with their hybrid. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 11: 261-271
- Şahin, G., Taşlıgil, N. 2016. Stratejik önemi artan bir endüstri bitkisi: Aspir (*Carthamus tinctoris* L.). Türk Coğrafya Dergisi, 66:51-62.
- Tabak, İ., Aksungur, M., Zengin, M., Yılmaz, C., Aksungur, N., Alkan, A., Zengin, B., Mısırs, D.S. 2001. Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax* Palas, 1811)'nın biyoekolojik özelliklerinin tespiti ve kültüre alınabilirliğinin araştırılması projesi.

Sonuç rapor No: TAGEM/HAYSUD/98/12/01/007 Su Ürünleri Merkez Arastırma Enstitüsü Trabzon, 178 s.

- Teufel, J., Pätzold, F., Potthof, C. 2002. Scientific research on transgenic fish with special focus on the biology of trout and salmon, research report, 360, 05, 023, Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Berlin, 175 s.
- Tocher, D.R., Bell, J.G., MacGlaughlin, P., McGhee, F., Dick, J.R. 2001. Hepatocyte fatty acid desaturation and polyunsaturated fatty acid composition of liver in salmonids: effects of dietary vegetable oil. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 130 (2): 257-270 p.
- Tocher, D.R., 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Reviews in Fisheries Science*, 11:2, 107-184 p.
- Tocher, D.R., 2010. Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater fish. *Aquaculture Research*, 41 (5): 717-732 p.
- Torrecillas, S., Mompel, D., Caballero, M.J., Montore, D., Merrifield, D., Rodiles, A., Robaina, L., Zamorano, M.J., Karalazos, V., Kaushik, S., Izquierdo, M., 2017. Effect of fishmeal and fish oil replacement by vegetablemeals and oils on gut health of european sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 468: 386-398.
- Torstensen, B.E., Lie, Ø., Frøyland, L. 2000. Lipid metabolism and tissue composition in atlantic salmon (*Salmo salar* L.)—effects of capelin oil, palm oil, and oleic acid-enriched sunflower oil as dietary lipid sources. *Lipids*, 35 (6): 653-664 p.
- Torstensen, B.E., Frøyland, L., Lie, Ø. 2004. Replacing dietary fish oil with increasing levels of rapeseed oil and olive oil – effects on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) tissue and lipoprotein lipid composition and lipogenic enzyme activities. *Aquaculture Nutrition*, 10: 175-192.
- Torstensen, B.E., Tocher, D.R. 2010. The effects of fish oil replacement on lipid metabolism of fish. In: G.M. Turchini, W. K. Hg, D.R. Tocher (Editors), *Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds*, Taylor & Francis Group, New York, pp. 405-438.
- Tosun, A., Özkal N. 2000. Kanola. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 29(1):59-76.

- Turchini, G.M., Mentasti, T., Frøyland, L., Orban, E., Caprino, F., Moretti, V.M., Valfré, F. 2003. Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo trutta* L.), Aquaculture, 225, 1-4, 251-267.
- Turchini, G.M., Francis, D.S., Senadheera, S.P.S.D., Thanuthong, T., De Silva, S.S. 2011. Fish oil replacement with different vegetable oils in Murray cod: Evidence of an “omega-3 sparing effect” by other dietary fatty acids. Aquaculture, 315: 250-259.
- TÜİK, 2016. Bitkisel Üretim İstatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim Tarihi: 29.11.2016).
- TÜİK, 2017a. 2016 yılı su ürünleri istatistikleri, www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: 02.02.2017).
- TÜİK, 2017b. 2015 yılı su ürünleri istatistikleri, www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: 02.02.2017).
- Twibell, R.G., Gannam, A.L., Hyde, N.M., Holmes, J.S.A., Poole, J.B. 2012. Effects of fish meal- and fish oil-free diets on growth responses and fatty acid composition of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Aquaculture, 360-361: 69-77.
- Ustaoglu Tırıl, S., Dernekbaşı, S., Karayücel, İ., Kerim, M., Parlak Akyüz, A. 2016. Effects of canola and safflower oil supplementation in diets on growth performance and fatty acid composition of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833). The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh, volume 68:1222 (12 p.).
- Yazıcıoğlu, T., Karaali, A. 1983. Türk bitkisel yağlarının yağ asitleri bileşimleri. TÜBİTAK, Mar. Bil. Ve End. Araştırma Enst., 70 (105):42-45.
- Yiğit, M., Yardim, Ö., Koshio, S., 2002. The protein sparing effects of high lipid levels in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) with special reference to reduction of total nitrogen excretion. The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, 54(2):79-88.
- Yiğit, M., Yiğit, Ü. 2003. Increasing feed efficiency in cultured fish and evaluation of artificial diets. E.U. J.of. Fisheries and Aquatic Sciences, 20 (3-4): 557-562.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Murat KERİM
Doğum Tarihi ve Yeri : 07.09.1985 SAMSUN
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : muratkerim57@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Su Ürünleri Yetiştiriciliği	Sinop Üniversitesi	2011
Lisans	Su Ürünleri Mühendisliği	Ondakuz Mayıs Üniversitesi	2008

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2009	Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	Araştırma Görevlisi

YAYINLARI

Makale

1. Baki, B., Kaya Öztürk, D., Kerim, M. 2017. Determination of essential amino acid changes related to the growth of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 17(6). Doi: 10.4194/1303-2712-v17_6_36
2. Baki, B., Kaya Öztürk, D., Sarıpek, M., Kerim, M., Eyüpoğlu, B. 2016. Effect of restricted feeding on the growth and body composition of European seabass *Dicentrarchus labrax* Linnaeus 1758. Indian Journal of Fisheries, 63(4):89-95.
3. Ustaoglu Tırıl, S., Dernekbaşı, S., Karayücel, İ., Kerim, M., Parlak Akyüz, A. 2016. Effects of canola and safflower oil supplementation in diets on growth performance and fatty acid composition of Russian Sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt 1833. The Israeli Journal of Aquaculture–Bamidgeh,

4. Ustaoglu Tırıl, S., Kerim, M. 2015. Evaluation of safflower meal as a protein source in diets of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792. Journal Of Applied Ichthyology, 31(5): 895-899.
5. Dernekbaşı, S., Kerim, M., Alagil, F. 2015. Effect of dietary safflower and canola oil on growth performance body and fatty acid composition of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Journal of Aquatic Food Product Technology, 24(2): 131-142.
6. Kerim, M., Ayvaz, B., Kaya Öztürk, D., Ustaoglu Tırıl, S., Baki, B. 2014. Kırlangıç balığı (*Chelidonichthys lucerna* L 1758)'nın kültür ortamına adaptasyonu üzerine bir çalışma. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 29(1): 14-20.

Bildiri

1. Baki, B., Kaya Öztürk, D., Kerim M. 2016. Determination Of Essential Amino Acid Changes Related to Growth in Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences, 3-5 November 2016, Antalya.
2. Baki, B., Kaya Öztürk, D., Kerim M. 2016. Comparison of Protein Efficiency and Amino Acid Values of European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Cultured in the Aegean Sea and The Black Sea. International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences, 3-5 November 2016, Antalya.
3. Baki, B., Kerim, M., Kaya Öztürk, D., Eyüpoglu, B. 2016. The Effects of Using *Laurencia obtusa* Hudson J V Lamouroux 1813 on Pigmentation in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). 3rd International Conference on Aquaculture & Fisheries, 29 September-01 October 2016, London, UK (e-poster).
4. Baki, B., Kaya Öztürk, D., Sarıipek, M., Kerim, M., Eyüboğlu, B. 2015. Sınırlı besleme uygulamalarının levrek balığı (*Dicentrarchus labrax* L 1758)'nın büyüme performansı üzerine etkileri. 18. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Eylül 2015, İzmir.
5. Ustaoglu Tırıl, S., Dernekbaşı, S., Karayücel, İ., Kerim, M., Parlak Akyüz, A. 2015. Karaca mersin balığı (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt 1833) yeminde kanola ve aspir yağı kullanımının büyüme performansı ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisi. 18. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Eylül 2015, İzmir.

6. Ustaoglu Tırl, S., Kerim, M. 2015. Aspir yağı ve küspesinin balık yemlerinde kullanım olanakları. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, 28-30 Nisan 2015, Nevşehir.
7. Kerim, M., Ustaoglu Tırl, S. 2015. Kırlangıç balığı (*Chelidonichthys lucerna* L 1758) gelecekte kültür balığı ürün yelpazesinde yer alacak mı ? İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, 28-30 Nisan 2015, Nevşehir.
8. Erdem, Y., Özdemir, S., Kaya, D., Kerim, M., Samur, M., 2014. İç sularda İstilacı Balık Türleriyle Mücadelede Seçici Avlama Yöntemlerinin Etkinliği. Doğu Anadolu Bölgesi 5. Su Ürünleri Sempozyumu, 31 Mayıs-02 Haziran 2014, Elazığ.
9. Kaya, D., Baki, B., Kerim, M., Ayvaz, B., Gençbay, İ. 2013. Farklı Özellikteki *Artemia salina* Kistlerinin Açılma Oranlarına ve Kabukların Toplanması Ortamındaki Mıknatısın Etkisi. 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 3-6 Eylül 2013, İstanbul.
10. Sarıpek, M., Karayücel, S., Baki, B., Uzun, G., Kerim, M., Eyüboğlu, B. 2013. Sinop Bölgesinde *Palaemon adspersus* Rathke 1837 Karidesinin Yumurta Verimi ve Etkileyen Bazı Biyometrik Parametreler. 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 3-6 Eylül 2013, İstanbul.
11. Kerim, M., Ustaoglu Tırl, S. 2013. Gökkuşuğu Alabalığı Yeminde Aspir Küspesi Kullanımı. 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 3-6 Eylül 2013, İstanbul.
12. Kerim, M., Ayvaz, B., Kaya, D., Ustaoglu Tırl, S., Baki, B. 2013. Kırlangıç Balığı (*Chelidonichthys lucerna* Linnaeus 1758)' nın Kültür Ortamına Adaptasyonu Üzerine Bir Çalışma. 17. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 3-6 Eylül 2013, İstanbul.
13. Kaya, D., Kerim, M., Ayvaz, B., Eyüboğlu, B., Öztürk, R. 2012. Akuakültür sistemlerinde iş sağlığı ve iş güvenliği. Fisheries and Aquatic Sciences, 21-24 Kasım 2012, Eskişehir.
14. Kerim, M., Ustaoglu Tırl, S. 2009. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Akuaponik Uygulamaları. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Temmuz 2009, Rize.

Proje

1. Deniz stratejisi çerçeve direktifi kapsamında Sinop sarıkum lagünü deniz çöplerinin durumu: bir örnek çalışma, TÜBİTAK PROJESİ, Yardımcı personel, 2015-2016.
2. Ege Denizi ve Karadeniz’de Yetistiriciliği Yapılan Deniz Levreğinin *Dicentrarchus labrax* L. Biyokimyasal Kompozisyonunun Karşılaştırılması, TÜBİTAK PROJESİ, Bursiyer, 2014-2015.
3. Karadeniz alabalığı *Salmo trutta labrax* Yeminde Kanola ve Aspir Yağı Kullanımının Büyüme Performansı ve Yağ Asidi Kompozisyonu Üzerine Etkisi, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, Araştırmacı, 2015-
4. Kırılancı balığının (*Chelidonichthys lucerna* Linnaeus 1758) üretim ve yetiştiricilik olanaklarının araştırılması, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, Araştırmacı, 2013-2016.

ÖDÜLLERİ

1. Yayın Teşvik Ödülü, TÜBİTAK 2016.