

**SOYA FASULYESİ KÜSPESİ VE BİTKİSEL YAĞ KAYNAKLARI
KARIŞIMLARININ BİRLİKTE KULLANIMLARININ NİL
TİLAPYALARINDA (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758)
BÜYÜME PARAMETRELERİ, AMİNOASİT VE YAĞ ASİTLERİ
KOMPOZİSYONLARI ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

LEYLA ALMILA UYSAL

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU ÜRÜNLERİ
ANABİLİM DALI**

**MERSİN
OCAK - 2017**

**SOYA FASULYESİ KÜSPESİ VE BİTKİSEL YAĞ KAYNAKLARI
KARIŞIMLARININ BİRLİKTE KULLANIMLARININ NİL
TİLAPYALARINDA (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758)
BÜYÜME PARAMETRELERİ, AMİNOASİT VE YAĞ ASİTLERİ
KOMPOZİSYONLARI ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

LEYLA ALMILA UYSAL

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**




**SU ÜRÜNLERİ
ANABİLİM DALI**

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Kenan ENGİN

**MERSİN
OCAK - 2017**

ONAY

Leyla Almıla Uysal tarafından Doç.Dr. Kenan ENGİN danışmanlığında hazırlanan "Soya Fasulyesi K spesti Ve Bitkisel Yağ Kaynakları Karışımlarının Birlikte Kullanımlarının Nil Tilapyalarda (Oreochromis Niloticus Linnaeus, 1758) Büyüme Parametreleri, Aminoasit Ve Yağ Asitleri Kompozisyonları  zerine Etkileri" başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri  yeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Görevi	�nvanı, Adı ve Soyadı	imza
Bařkan	Prof.Dr. Orhan Tufan EROLDODĐAN	
�ye	Doç.Dr. Kenan ENGİN	
�ye	Doç.Dr. Murat BİLGÜVEN	

Yukandaki jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 27.01.2017 tarih ve 05./2017/1664 sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof.Dr. Ayla ÇELİK
Fen Bilimleri Enstitü Müdürü

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, tablo ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ETİK BEYAN

Mersin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinde belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlâk kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
 - Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak kullandığımı,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
 - Bu tezin herhangi bir bölümünü Mersin Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
 - Tezin tüm telif haklarını Mersin Üniversitesi'ne devrettiğimi
- beyan ederim.

ETHICAL DECLARATION

This thesis is prepared in accordance with the rules specified in Mersin University Graduate Education Regulation and I declare to comply with the following conditions:

- I have obtained all the information and the documents of the thesis in accordance with the academic rules.
- I presented all the visual, auditory and written informations and results in accordance with scientific ethics.
- I refer in accordance with the norms of scientific works about the case of exploitation of others' works.
- I used all of the referred works as the references.
- I did not do any tampering in the used data.
- I did not present any part of this thesis as an another thesis at Mersin University or another university.
- I transfer all copyrights of this thesis to the Mersin University.

06 Ocak 2017 / 06 January 2017



Leyla Almıla UYSAL

ÖZET

SOYA FASULYESİ KÜSPESİ VE BİTKİSEL YAĞ KAYNAKLARI KARIŞIMLARININ BİRLİKTE KULLANIMLARININ NİL TİLAPYALARINDA (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) BÜYÜME PARAMETRELERİ, AMİNOASİT VE YAĞ ASİTLERİ KOMPOZİSYONLARI ÜZERİNE ETKİLERİ

Bu çalışmada, kontrol yemi balık unu ham proteini ve yağının sırasıyla %50'sinin soya fasulyesi küspesinden karşılandığı ve balık yağının da %60, %80 ve %100 oranlarında, soya, kanola ve keten tohumu yağları karışımından (1:1:1) oluşan yemler kullanılmıştır. Aynı protein ve yağ seviyelerine sahip bu dört farklı deneme yemi 90 gün süresince genç Nil Tilapyaalarına (her tanka 16,24±0,66 g ortalama başlangıç ağırlığına sahip 25 balık) günde 2 kez olmak üzere eşit miktarlarda toplam tank biomas ağırlığının %4'ü oranında verilmiştir. Büyüme parametreleri açısından gruplar arasında herhangi bir istatistiksel farklılık oluşmamıştır ($P>0,05$). L-lizin ve DL-metiyonin katkısının genç Nil Tilapyaalarında büyüme için etkin bir şekilde kullanıldığı anlaşılmaktadır. Balık tüm vücut ve doku yağ asitleri kompozisyonları bazı yağ asitleri sınıfları hariç yem yağ asitleri ile benzerlik göstermekle beraber soya küspesi ve bitkisel yağ karışımları içeren yemlerle beslenen gruplarda DHA' nın korunduğu buna karşın EPA' nın ise enerji kaynağı olarak kullanıldığı bulunmuştur. Özellikle n-6 LC HUFA biyosentezi ara metabolitlerinden 18:3n-6 ve 20:3n-6 yağ asitlerinin soya fasulyesi küspesi ve bitkisel yağ karışımları ile beslenen gruplardaki balık tüm vücut ve doku örneklerinde kontrol grubuna göre istatistiksel açıdan önemli oranda ($P<0,05$) yüksek olması Nil Tilapyaalarının bu araştırma koşullarında $\Delta 5$ ve $\Delta 6$ elongasyon ve desaturasyon enzimlerini aktive ettiğini göstermiştir. Sonuç olarak soya katkılı yemlerle birlikte %100 oranında saf balık yağının bitkisel yağ kaynakları karışımı ile değiştirilmesinin Nil Tilapyaalarının büyüme, amino asit ve yağ asitleri kompozisyonlarında ve bununla birlikte doku n-3/n-6 oranlarında olumsuz bir etkiye neden olmadığı ve karışımda yer alan daha önce denenmemiş kanola yağında kullanılabileceği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Oreochromis niloticus*, Bitkisel yağlar, Büyüme parametreleri, Amino asitler, Yağ asitleri.

Danışman: Doç.Dr. Kenan ENGİN, Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Mersin.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF COMBINED USE OF SOYBEAN EXTRACT AND MIXTURE OF SEVERAL PLANT OILS ON THE GROWTH PARAMETERS AND WHOLE BODY AND TISSUE AMINO ACIDS AND FATTY ACID COMPOSITIONS IN JUVENILE NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758)

In this study, diets in which 50% of the fish meal crude protein were replaced by soybean extract along with 60, 80 and 100% of fish oil replacement by mixture of soy, canola and linseed oils (1:1:1), were used in the study. Four iso-nitrogenous and iso-energetic experimental diets were fed to juvenile Nile tilapia twice in equal portions at a fixed rate of 4 % BW.d⁻¹ for 90 days. There were no statistical difference ($p>0,05$) among dietary treatments in terms of measured growth parameters. L-lysine and DL-methionine used in these diets were effectively used for growth in juvenile Nile tilapia. Although whole body and tissue fatty acid compositions mimicked the feed fatty acids, except for several fatty acid classes, it was understood that DHA was probably deposited whereas EPA was used for energy production in fish fed diets supplemented with soybean extract and increasing amount of plant oil mixture. Furthermore, fish fed diets supplemented with soy bean extracts and plant oil mixtures had specifically significantly higher ($P<0,05$) intermediate metabolites like 18:3n-6 and 20:3n-6 of the n-6 LC HUFA biosynthesis in whole body and tissue samples compared to that of fish fed the control diet implicated that Nile tilapia in these conditions might have activated the $\Delta 5$ and $\Delta 6$ elongation and desaturation enzymes. In conclusion, it was demonstrated that the partial replacement of dietary fish meal and 100 % replacement of fish oil by soy bean extract and plant oil mixture did not compromise growth rates, drastically change whole body and tissue amino acid and fatty acid compositions and muscle tissue n-3/n-6 ratios in Nile tilapia and that canola oil, not previously used in tilapia diets, could be used as a plant oil source in Nile tilapia diets.

Key Words: *Oreochromis niloticus*, Plant oils, Growth parameters, Amino acids, Fatty acids.

Advisor: Assoc. Prof. Kenan ENGİN, Department of Aquaculture, University of Mersin, Mersin.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin her aşamasında, özellikle bilimsel anlamdaki tecrübesini benimle paylaşan danışman hocam Doç. Dr. Kenan ENGİN'e ve tezim boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Ferbal ÖZKAN YILMAZ'a ve Yrd. Doç. Dr. Fahri KARAYAKAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamı yürütmem için gerekli olan ortam koşullarını sağlayan saygıdeğer hocam, ME.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Bedii CİCİK'e ve balık temininde bana yardımcı olan Çukurova Üniversitesi Tatlı Su Balıkları Üretimi ve Araştırma İstasyonu müdürü Prof. Dr. Mahmut YANAR ve çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Tezim süresince manevi desteğini ve yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım, Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora ve Yüksek Lisans öğrencilerine ve ayrıca bana inanıp sürekli yanımda olan sevgili aileme, eşime ve kızıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tezimi [BAP-FBE YB(LAU) 2014-2 YL] numaralı proje ile destekleyen Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimine de teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans tezimi rahmetli annem Sebahat KENCİK'e ithaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK	İ
ONAY	İi
ETİK BEYAN	İii
ÖZET	İv
ABSTRACT	V
TEŞEKKÜR	Vi
İÇİNDEKİLER	Vii
TABLolar DİZİNİ	Viii
KISALTMALAR VE SİMGELER	İx
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	4
3. MATERYAL ve METOT	10
3.1. Yavru Tilapyalarnın Temini	10
3.2. Deneme Dizaynı	10
3.3. Denemenin Yönetimi	10
3.4. Deneme Yemlerinin Hazırlanması	11
3.5. Ölçüm ve Analizler	13
3.5.1. Büyüme Parametreleri	13
3.5.2. Besin Madde Bileşenleri Analizi	13
3.5.2.1. Kuru Madde ve Kül Analizi	13
3.5.2.2. Ham yağ ve Yağ Asitleri kompozisyonu Analizleri	14
3.5.2.3. Ham Protein ve Amino asit kompozisyon analizleri	14
3.5.3. İstatistiksel Analiz	15
4. BULGULAR	17
4.1. Çevresel Parametreler	17
4.2. Deneme Yemleri	17
4.3. Büyüme Parametreleri	20
4.4. Besin Madde Bileşenleri ve Amino asit Kompozisyon Değerleri	20
4.5. Yağ asitleri Kompozisyon Değerleri	23
5. TARTIŞMA	30
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	35
KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	45

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Denemede yemlerinin hammadde içerikleri ve kimyasal kompozisyonları	12
Tablo 4.1. Deneme dönemlerinde araştırma tanklarında ölçülen ortalama su sıcaklığı ve oksijen değerleri.	17
Tablo 4.2. Yem esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit kompozisyon değerleri	18
Tablo 4.3. Yem yağ asitleri kompozisyonu değerleri	19
Tablo 4.4. Büyüme parametreleri	20
Tablo 4.5. Tüm vücut besin bileşenleri kompozisyonu değerleri	21
Tablo 4.6. Deneme sonu tüm vücut esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit kompozisyon değerleri	22
Tablo 4.7. Deneme sonu kas dokusu besin bileşenleri kompozisyonu değerleri	22
Tablo 4.8. Deneme sonu kas dokusu esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit kompozisyon değerleri	23
Tablo 4.9. Tüm vücut yağ asitleri kompozisyonu değerleri	25
Tablo 4.10. Kas dokusu yağ asitleri kompozisyonu değerleri	27
Tablo 4.11. Karaciğer dokusu yağ asitleri kompozisyonu değerleri	29

KISALTMALAR ve SİMGELER

Kısaltma/Simge	Tanım
PEO	Protein Etkinlik Oranı
YEO	Yem Etkinlik Oranı
SBO	Spesifik Büyüme Oranı
HSI	Hepato Somatik Index
SFK	Soya Fasülyesi Kùspesi
SKK	Soya, Kanola ve Keten yağı karışımı.
ALA	a-linolenik Asit, 18:3n-3
LA	Linoleik Asit, 18:2n-6
EPA	Eikosapentaenoik asit, 20:5n-3
DHA	Dokosaheksaenoik asit, 22:6n-3
OA	Oleik asit, 18:1n-9
ARA	Araşidonik asit, 20:4n-6



1. GİRİŞ

2014 yılı verilerine göre doğadan avlanan ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri toplam miktarı yaklaşık 168 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bu toplam üretimin yaklaşık % 60'lık kısmı ise sadece yetiştiricilik faaliyetleri sonucu elde edilmiştir [1].

Balık unu ve yağı balık karma yemlerinde kullanılan en önemli hammaddelerdendir. Balık unu içerdiği yüksek protein düzeyi ve dengeli amino asit kompozisyonu nedeniyle ve balıklar tarafından lezzetli bulunmasından dolayı balıklar için vazgeçilmez bir karma yem hammaddesi olarak ortaya çıkmaktadır.

Bitkisel protein kaynaklarının balık unundan daha fazla üretilmeleri ve maliyetinin daha ucuz olması balık karma yemlerinde kullanımlarını öngören avantajlarından. Diğer taraftan bu kaynakların besinsel kalitelerinin özellikle; bazı esansiyel amino asitlerin eksikliği, yüksek ham kül oranı ve düşük besinsel sindirilebilirlik ve sahip oldukları anti-besleme faktörler (ABF) sebebiyle balık ununa göre tat problemi ve mikrobiyal kontaminasyon olasılıkları ile karakterize edilmeleri karma yemlerde kullanımlarını sınırlandıran başlıca dezavantajlarıdır [2]. Tripsin inhibitörü (Tİ) aktivesinin balıkta büyümeyi azaltan bir faktör olduğunu, düşük tripsin inhibitörü (<0,09 Tİ) seviyeleri içeren rasyonlarla beslenen Nil Tilapyaalarında (*Oreochromis niloticus* L.), büyüme hızının negatif yönde etkilenmediğini göstermişlerdir [3]. Tilapyaalar diğer balık türlerinde olduğu gibi 10 temel amino asite ihtiyaç duymaktadırlar. Sülfür amino asitlerine olan ihtiyaçları ise ya sadece yemlere metiyonine ya da metiyonine ve sistin'in birlikte katılımı ile gerçekleşmektedir [4]. Yapılan başka bir çalışmada ise genç Nil Tilapya balıkları karma yemlerdeki sistinin, metiyonine ihtiyacının %49'u kadarını tek başına sağlayabildiği gösterilmiştir [5]. Bu bağlamda amino asit profili açısından balık unu kadar dengeli, anti besleme faktörlerince azaltılmış sürdürülebilir üretime sahip ucuz bitkisel ve hayvansal kaynaklı alternatif protein kaynaklarının balık yemlerinde kullanılabileceği görülmektedir.

Birçok bitkisel protein kaynağı içerisinde soya fasulyesi küspesi, balık unu gibi denizel orjinli protein kaynaklarıyla birlikte en çok kullanılan unlardır. Bunun nedeni, soya fasulyesi küspesinin, diğer bitkisel kaynaklara göre balıkların amino asit ihtiyaçlarını karşılayabilecek en iyi amino asit içeriğine ve yüksek bir protein düzeyine sahip olmasıdır. Ayrıca üretiminin fazla olması ve daha uygun fiyatlarda bulunabilmesi tercih edilmesinin en önemli sebeplerindendir. Buna rağmen, soya fasulyesi diğer yağlı unlarından daha az miktarda ABF içermesine rağmen, sahip olduğu ABF ve bazı esansiyel amino asitleri düşük miktarda içermesi ve balıklar tarafından sindirilebilir enerjisinin az olmasından dolayı rasyonlara %50' nin üzerinde katıldığı zaman balıkların gelişmesinde ve yem değerlendirmelerinde düşüşler saptanmıştır [6]. Rasyonlara soya fasulyesi unları (tam yağlı unlar ve küspeleri) katıldığında eksik olan esansiyel aminoasitlerin dışarıdan yemlere eklenmesi, uygun bir ısıtma ile anti besinsel faktörlerin büyük

bir çoğunluğunun azaltılması ve sindirilebilir protein tabiatında olmayan enerji kaynaklarının yemlerde kullanılması gerekmektedir [7]. Bütün bunlara ek olarak, soya fasulyesi protein konsantrelerinin geleneksel yöntemlerle üretilen un ve küspelere kıyasla üretim teknolojilerine bağlı olarak içerdikleri çok daha düşük ABF sebebiyle, alabalıklarda büyümenin olumsuz etkilenmediği gözlemlenmiştir [8,9].

Balık unu üretiminin önceden belirlenememesi ve buna bağlı olarak yıldan yıla üretiminde gösterdiği büyük dalgalanma nedeni [10,11] ile gelecekte bu protein kaynağının fiyatlarının artma eğilimi göstereceği tahmin edilmektedir [12]. Bu yüzden balık ve diğer sucul canlıların sürdürülebilir yetiştiriciliklerinin devamının sağlanması, işletmelerde kullanılan karma yemlerde balık unu ve balık yağına bağımlılığın azaltılmasını sağlayacak bitkisel veya hayvansal kaynaklı ucuz alternatif protein ve yağ kaynaklarının yemlerde daha fazla kullanılabilmesine imkân verecek bilimsel araştırmalar ile mümkün olacaktır.

Birçok bitkisel protein kaynağı içerisinde soya unu, balık unu gibi denizel orjinli protein kaynaklarına en çok ikame edilen unlardır. Yapılan birçok çalışmada Tilapya yemlerinde balık ununun hiçbir olumsuz etki olmaksızın bitkisel proteinlerle kısmen de olsa değiştirilebileceğini belirtmişlerdir [13]. Tilapya yavrularının üzerinde yapılan bir çalışmada, bütün ölçüm kriterleri dikkatle incelendiğinde, balıkların performansı değişmeden balık unundan gelen balık proteininin %50'si yerine rasyona yağsız soya unu ilavesi önermişlerdir [6].

Yağlar bilindiği üzere, balıklar için enerji kaynağı olarak kullanılmalarının yanı sıra esansiyel yağ asitleri ihtiyaçlarının karşılanması, steroller, fosfolipitler ve yağda çözünebilir vitaminler için de önemlidirler. Balık yağı sadece su ürünleri sektöründe değil insan sağlığı ve gıda sektöründe de kullanılması ve üretiminin az miktarda olması, balık yem üretiminde alternatif kaynakların arayışını hızlandırmıştır. Tilapyalarda yapılan çalışmalar, temel yağ asitleri ihtiyaçlarının karşılanması için yemlere konulan tek bir çeşit yağ kaynağı yerine farklı yağ kaynaklarının kombinasyonunun daha iyi büyüme ve yem değerlendirme performanslarına neden olduğunu göstermektedir [14]. Tilapyalarda linoleik (18:2n-6) yağ asit miktarı düşük olan palmye yağının yemlerde yağ kaynağı olarak kullanılması sonucu büyüme ve yem değerlendirme performansı açısından balık yağı içeren yem grubu ile arasında fark bulunmamıştır [15]. Diğer tatlı su balıkları gibi tilapyalarda da biyoçevrim kapasitesine sahip olduğu (özellikle 18 PUFA'lardan 20/22 PUFA'lara), ekozapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asite (DHA) uzatma ve desaturasyon kapasitelerinin ise sınırlı olduğu bildirilmektedir [16]. Nil Tilapyalının optimal büyüme için 18:2n-6 ve 20:4n-6 yağ asitlerine ihtiyaç duydukları, 8-18 arasında karbona sahip doymuş yağ asitleri içeren yağ kaynaklarının uygun olmadığı belirtilmiştir [17].

İnsan sağlığının korunmasında önemli yeri olan balık yağının bu etkisinin, yapısında bulunan uzun karbon zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin nedeni ile ortaya çıktığı bilinmektedir. Bundan dolayı balık yağına alternatif olarak kullanılacak linoleik (18:2n-6), linolenik (18:3n-3) ve MUFA (tekli doymamış yağ asitleri özellikle oleik asit, 18:1n-9) yağ asitlerince zengin bitkisel yağ kaynaklarının kullanımının yetiştiriciliği yapılacak olan türler için yağ asitleri metabolizmasının öğrenilmesi ile mümkün olabilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarla, özellikle Tilapyalarda balık yağı yerine tamamıyla bitkisel yağ kaynaklarının kullanılmasının vücutta uzun zincirli n-3 ve n-6 PUFA kazanımına veya birikimine neden olduğu gösterilmiştir [14].

Bu çalışmada, yetiştiricilik koşullarında Nil Tilapyasının, büyüme performansı ve yem değerlendirme parametreleri içerisinde yer alan; yaşama oranı, spesifik büyüme oranı, yem dönüşüm oranı ve günlük yem alımı ve tüm vücut ve doku ve amino asit ve yağ asitleri kompozisyonu üzerine, soya fasulyesi küspesi (kontrol yemi balık unu ham proteininin %50 oranında soya fasulyesi ham proteini ile değiştirilmesi koşulunda) ve bitkisel yağ kaynakları (soya, kanola ve keten tohumu yağları) karışımlarının artan oranlarının (kontrol yemi balık yağı miktarının %60, 80 ve 100'ü) balık unu ve yağı ile yer değiştirmesinin etkileri araştırılmıştır. Soya fasulyesi küspesi yetiştiriciliği yapılan farklı beslenme davranışına sahip türlerin yem formülasyonlarında balık unu yerine sıklıkla kullanılıyor olsa da değişik bitkisel yağ karışımları ile birlikte kullanımlarının önemli beslenme fizyoloji ve metabolizmaları ve dolayısıyla balık son ürün kalitesi üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar oldukça sınırlıdır. Elde edilecek son ürünün kalitesi insan sağlığı açısından önemli besin bileşenleri, amino asit ve yağ asitleri kompozisyon analiz sonuçları dikkate alınarak değerlendirilecektir.

Bu bilgiler göz önüne alındığında, sürdürülebilir su ürünleri üretimi için işletmelerin toplam yıllık giderlerinin %60-70'ini oluşturan yem maliyetlerinin, birim fiyatlarının yıllık olarak oldukça fazla dalgalanma gösterdiği ve üretim miktarı açısından geleceğe yönelik kaygıların bulunduğu balık unu ve yağının yem formülasyonlarında kullanımlarının azaltılması ile aşağıya çekilmesi su ürünleri yetiştiriciliğine yönelik bilimsel araştırmalarda öncelikli konu haline gelmiştir. Bundan dolayı bilimsel olarak izin verilebilir miktarda balık yemlerinde kullanılacak alternatif protein ve yağ kaynaklarının tespiti yetiştiriciliği yapılan ve yetiştiriciliğe alınacak yeni sucul türlerde önem arz etmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Balık yemlerinde maliyeti etkileyen en önemli yem hammaddesi protein olup başlıca protein kaynağı ise balık unudur. Son yıllarda balık stoklarının azalması ve avlanan balıkların ayrıca insan beslenmesinde kullanılması nedeniyle balık unu üretimi azalmış [18], yem üreticileri dışarıdan balık unu ithal etmeye başlamıştır. Dolayısı ile balık unu fiyatı ve buna paralel olarak da yem maliyeti artmıştır [12]. Balık unu fiyatlarının dünya çapında gittikçe yükselmesi ve balık ununun pahalı bir yem hammaddesi haline gelmesi, yem üreticilerini balık unu yerine gittikçe artan oranlarda bitkisel protein kaynaklarını kullanmaya yönlendirmektedir.

Balık rasyonlarının hazırlanmasında kullanılan en önemli protein kaynaklarından birini bitkisel proteinler oluşturur. Bitkisel protein kaynaklarından olan soya fasulyesi küspesi, balıkların amino asit ihtiyaçlarını karşılayabilecek en iyi amino asit içeriğine ve yüksek bir protein düzeyine sahip olmasından dolayı alternatif bir protein kaynağı olarak tercih edilmektedir. Yapılan çalışmalarda Tilapya yemlerinde balık ununun hiçbir olumsuz etki olmaksızın bitkisel proteinler ile kısmen de olsa değiştirilebileceği belirlenmiştir [19,20]. Alternatif protein kaynakları, kültürü yapılan balık türünün ihtiyacı olan amino asitleri dengeli bir şekilde sağlayacak oranda bir araya getirilmelidir. Tek bir esansiyel amino asidin eksikliği, protein sentezinin en düşük düzeyde bulunan amino asit seviyesinde olmasına neden olmaktadır [21]. Bu nedenle hazırlanan rasyon kesinlikle esansiyel amino asitler açısından belirli bir dengede olmak zorundadır.

Balık yağı üretimi doğadan yakalanan balık stoklarından balık unu üretimi sırasında gerçekleşmektedir. Ancak aşırı avlanma, doğal balık stoklarının azaltılmasına dolayısıyla balık unu ve balık yağı üretiminin azalmasına buna bağlı olarak fiyat artışı [11] ve yem maliyetinin de artmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla bu durum sürdürülebilir su ürünleri yetiştiricilik endüstrisinin geleceğini tehlikeye sokmaktadır [22]. Bu yüzden ticari yem maliyetinin azaltılması için yapılan birçok çalışmada alternatif yağ kaynakları araştırılmıştır [23-25]. Su ürünleri yetiştiriciliğindeki büyüme ile birlikte yapılan bu çalışmada, kullanılan çoğu alternatif yağ kaynaklarından olumlu sonuçlar alınmıştır [26].

Balık yağının %60'a kadar bitkisel yağlar ile değiştirilmesinin büyümeye etkisinin yanı sıra, bu yemlerle beslenen bireylerin etlerindeki n-3 serisi esansiyel yağların miktarı ve kompozisyonu balık üreticisi ve aynı zamanda tüketici açısından çok önemlidir. Çünkü balık yağı, n-3 HUFA'ca zengin ve yağ asitlerindeki EPA ve DHA'nın önemli bir bölümünü oluşturmakta, bitkisel kaynaklar ise orta düzeyde 18 karbonlu n-3 PUFA'lar (18:3n-3 gibi) içermekte [27], hem üretimlerinin kolay hem de balık yağına göre daha ucuz fiyat aralığında

olmasından dolayı balık yağına alternatif bir yağ kaynağı olabileceği bir çok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir [14].

Yem yağ asitleri kompozisyonlarının balık dokusuna yansıdığı için direk olarak yağ asitleri metabolizması üzerinde etkisi olduğu rapor edilmiştir [28]. Su ürünleri yetiştiricilik yemlerinde balık yağı yerine kullanılacak alternatif yağ kaynaklarının uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinden, n-3 LC-PUFA'larca yoksun olmaları yüksek miktarda kullanımlarını sınırlandıran en önemli sorundur. Bu bağlamda insan sağlığı açısından yararı kanıtlanmış balık yağına yağ asitleri kompozisyonunda mevcut olan n-3 LC-PUFA'ların yetersiz kalması ve balık etinde olması gereken n-6/n-3 dengesinin bozulması ve buna bağlı olarak üretilen balık etlerinin besinsel değerlerinin olumsuz yönde değişme göstermesi yetiştiricilik karma yemlerinde bitkisel kaynaklı yağların kullanımı değerlendirilirken üzerinde özenle durulması gereken konulardır.

Yapılan çalışmalarda, bitkisel yağların balık yemlerinde alternatif yağ kaynağı olarak kullanımı balığın filetosundaki n-3 serisi yüksek doymamış yağ asitlerinin (HUFA) miktarını azaltırken, etin besinsel kalitesini ve tadını olumsuz yönde etkilemediği bildirilmiştir [29]. Avrupa levrekleri (*Dicentrarchus labrax*) ile yaptıkları çalışmada %40 oranında bitkisel yağ karışımlarıyla hazırlanmış yemlerle beslenen bireylerde büyümenin olumsuz etkilenmediğini bildirmişlerdir [30]. Bu sebeplerden dolayı balık yağına alternatif olarak kullanılacak olan yağ kaynaklarının kullanılmaya başlanması ile birlikte bu kaynakların balık yağı kadar yararlı ve etkili olması istenmektedir. Ancak bitkisel yağ kaynaklarının özellikle yağ asidi kompozisyonlarında balık yağı kadar geniş bir yağ asidi profiline sahip olmadıkları belirtilmiştir [30]. Pek çok bitkisel yağ kaynağında yüksek oranda doymamış n-3 yağ asitleri (HUFA) yok denecek kadar az miktarlarda bulunmaktadır. n-3 HUFA'lar balığın büyümesi gelişmesi ve sağlığı açısından çok önemli bir yer tutmaktadır [31]. Bitkisel yağlar özellikle çoklu doymamış kısa karbon zincirine sahip n-3, n-6 ve n-9 yağ asitlerince zengindir. Yüksek miktarlarda içerdikleri yağ asitlerinin başında linoleik (18:2n-6), linolenik ve oleik asit (18:1n-9) gelmektedir [27].

Yemin içerisinde bulunan yağlar, canlıya enerji kaynağı olmakta ve esansiyel yağ asitlerini sağlamaktadır [32]. Yemlerde uygun miktarda kullanılan yağ kaynağı yetiştiriciliği yapılan türün büyüme performansını, yem tüketimi ve proteinden yararlanma oranını arttırmaktadır [33,34]. Levrekleri ilk 5 ayında, bitkisel yağlar kullanılarak hazırlanmış (balık yağı yerine %60 ve %80 oranında kanola yağı, keten tohumu yağı ve soya yağlarının karışımları ile) yemlerle beslemişlerdir. Sekiz aylık çalışma (son 3 aylık dönemde tekrar sadece balık yağı içeren yemlerle beslemeye dönülerek) sonunda ise büyüme, yem kullanımı ve et kalitesine bakmışlardır. Tüm vücuttaki n-3 HUFA miktarında %45 oranında bir azalma görüldüğünü ve yüksek seviyede 18:2n-6, 18:3n-3 ve 18:1n-9 miktarı belirlemişlerdir [34].

Atlantik somon (*Salmo salar*) balıklarında büyüme ve yem değerlendirme oranı üzerinde yemlerde kullanılan miktarlarına bağlı olarak kontrol grubu ile kıyaslandığında herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir [33,35].

Eşkine (*Sciaenops ocellatus*) türünde yapılan çalışmada %70-80 oranında balık yağı yerine soya yağı ve keten tohumu yağı kullandıklarında %100 balık yağı ile beslenen kontrol grubu ile diğer gruplar arasında büyüme açısından herhangi bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir [36].

Yapılan bir çalışmada omnivor beslenme özelliği gösteren sivri burun karagöz (*Diplodus puntazzo*)'de balık yağına alternatif olarak soya ve keten tohumu yağını kullanmışlardır. Deneme sonunda gruplar arasında büyüme açısından herhangi bir farklılık olmadığını; ancak bitkisel yağlarla beslenen gruplarda yaşama oranının düştüğü görülmüştür [37].

Atlantik somonlarında besin sindiriminde metiyonin, sistin ve trigliseridin etkisini ve amino asit emilimini çalışmışlardır. Yemler metiyonin (6,2 g/kg), sistin (5,0 g/kg) veya alanin (3,7 g/kg) eklenmesiyle oluşturulmuştur. Metiyonin eklenen yemlerle beslenen somonlarda yağ sindiriminin arttığını saptamışlardır [38].

Yem yağ asitleri kompozisyonlarının balık dokusu yağ asitleri kompozisyonlarına yansıdığı ve direk yağ asitleri metabolizması üzerinde etkileri görülmüştür. Atlantik somonu ile yaptıkları çalışmada, balık unu ve yağının bitkisel kaynaklı un ve yağlarla değişimi sonucunda birlikte kullanımın en yüksek olduğu grupta diğer gruplara göre spesifik büyüme oranının önemli oranda düşük olduğunu bulmuşlardır. Bu araştırmacılar her ne kadar gruplar arasında protein ve yağların sindirilebilirliği, yem dönüşüm oranları ve protein ve yağ tutulumu açısından az miktarda farklılıklar gözlemlemişlerse de, özellikle bu spesifik büyüme oranlarındaki önemli azalma denemenin ilk kısmında görülen yem alımındaki yavaşlama ve 16:0 (palmitic asit) yağ asitinde ve nişasta sindirilebilirliğinde görülen düşüşe bağlamışlardır [39].

Somon balıkları yemlerinde yapılan çalışmada balık yağı yerine ketencik yağı kullanmışlar ve bu bitkisel yağ kaynağı kullanılan yemle beslenen balıklarda 18:3n-3 yağ asidinin, balık yağı kullanılan yemle beslenen somonlara göre daha yüksek değerde olduğu bildirilmiştir [40].

Özellikle salmonidler ve çipura (*Sparus aurata*) ile yapılan birçok çalışmada, yem içeriğinde, bitkisel kaynaklı yağların balık yağı yerine belli miktarlarda (toplam yem yağ miktarının %60-80'ni oranında) kullanılmasının büyüme performansı üzerinde, temel yağ asitleri ihtiyaçlarının karşılanması şartıyla herhangi bir olumsuz etkiye neden olmadığı belirtilmiştir [41,42].

Atlantik morina balığı ile (*Gadus morhua*) yaptıkları çalışmada iki farklı nitelikte (düşük ve yüksek kalite) balık unu kullanılarak hazırlanmış kontrol yemlerindeki balık unu

miktarlarını farklı oranlarda (yem balık unu protein: bitkisel kaynaklı protein oranlarının sırasıyla %91, 67 ve 46) bitkisel kaynaklı protein karışımları (2:1 oranında mısır gluten unu:tam yağlı soya fasulyesi küspesi) ile yer değiştirerek büyüme, besin maddeleri sindirilebilirliği ve besinsel dağılımını araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda gruplar arasında büyüme oranları açısından bir farklılık olmadığı bildirilmiştir. Yem alımının düşük kaliteli balık unu içeren gruplarda yüksek kaliteli balık unu ile hazırlanmış yemler ile beslenen diğer gruplara göre %9 yüksek bununla birlikte yem etkinlik oranının ise %10 daha düşük gerçekleştiği bulunmuştur. Protein ve enerji sindirilebilirlikleri her iki kalitedeki balık unu gruplarında bitkisel protein kaynaklarının miktarı arttıkça önemli oranda azalmıştır. Fileto besin bileşenleri gruplar arasında önemli bir farklılık göstermezken yem tam yağlı soya unu yağ asitleri kompozisyonu birebir karaciğer yağ asidi kompozisyonuna yansımıştır [43].

Ayrıca balık unununun 2:1 oranında mısır gluteni: tam yağlı soya unu kullanılarak yaklaşık % 50 oranında bitkisel protein kaynakları ile değiştirildiği yemlerle beslenen bireylerde yem alımı, büyüme, protein sindirilebilirliğini etkilemeden değiştirilebileceğini belirtmişlerdir [43].

Sivri burun karagöz balıkları (*Diplodus puntazzo*) ile yaptıkları çalışmada, yemlerde balık unu yerine artan oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) ayçiçeği tohumu unu kullanımının, 125 gün süren deney sonunda bu türde gruplar arasında protein ve enerji dönüştürme verimliliği ve toplam vücut ve doku amino asit bileşimi açısından istatistiksel bir farklılığa neden olmadığı sonucuna varmışlardır. Sonuç olarak ayçiçeği unu ile balık unununun % 30'u kadar yer değiştirmesinin balığın gelişmesinde, karaciğer ve bağırsak dokusu amino asit bileşiminde herhangi bir negatif etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir [44].

Mercan (*Pagrus auratus*) üzerinde yapılan çalışmada, yemlerdeki balık yağına alternatif yağ kaynağı olarak %25, 50, 75 ve 100 oranlarında kanola ve soya yağının kullanıldığı, alternatif yağ kaynaklarıyla beslenen bireylerle balık yağı tüketen bireyler arasında büyüme performansı açısından farklılık olmadığını belirtmişlerdir [45].

Balık yemlerinde bitkisel yağların (soya, ayçiçeği, keten tohumu, kanola vb.) balık yağı ile kısmen veya tamamen değiştirilmesi bazı tatlı su balıklarında yaşama oranı, büyüme performansı ve yem değerlendirme oranı açısından başarılı sonuçlar vermiştir [42]. Gökkuşluğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) yapılan çalışmada, balık unu ve yağının kanola protein konsantresi ve bitkisel yağ karışımları ile (65:35 oranında kanola:keten tohumu yağları) değiştirildiği yemler ile beslenen balıkların büyüme performansı ve yağ asitleri kompozisyonlarındaki değişimleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda sadece balık unu ve yağı içeren kontrol yemi ile ve balık yağının tamamıyla bitkisel yağ karışımları ile değiştirildiği balık unununun ise kanola protein konsantresi ile değiştirilmediği gruplardaki gökkuşluğu alabalıkları diğer gruplara göre önemli oranda yüksek canlı ağırlık artışı elde etmişler ve fileto 20:5n-3 ve 22:6n-3 yağ asitlerinde önemli miktarda azalma saptanmıştır. Ayrıca bu çalışma ile balık unu ve

yağının kanola protein konsantresi ve kanola ve keten tohumu yağları ile yemlerde değiştirilmesinin alabalık filetolarında dioksin ve dioksin benzeri PCB'lerin önemli miktarda azalmasına neden oldukları ve değişim miktarlarının bütün bu faktörler dikkate alınarak ele alınması gerektiği vurgulanmıştır [46].

Gökkuşuğu alabalığı ile yapılan başka bir çalışmada balık unu yerine azalan oranlarda kullanılan bitkisel kaynaklı proteinlerin büyüme parametrelerinde herhangi bir olumsuz etki göstermediğini bildirmişlerdir [9].

Sazan (*Cyprinus carpio*) ile yaptıkları çalışmada balıkların 18:3n-3 yağ asidinin balık yağına göre, kolza yağı içeren yemlerle beslenen sazanda daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın sonucu olarak Kolza yağı ile beslemenin yaygın olarak sazan balığı üretiminde kullanılması önerilmiştir [47].

Tilapyaaların diğer balık türlerinde olduğu gibi 10 temel amino asite ihtiyaç duymaktadırlar. Soya fasulyesi küspesi katkılı yemlere yapılan metiyonin ilavesinin, tilapyalarda (*T. zillii*) gelişme ve tüm vücut-karkas besin madde bileşenleri üzerine etkilerini araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, en yüksek gelişme ve yem değerlendirme oranı, %0,5 metiyonin eklenmiş rasyonla beslenen grupta saptanmış, rasyonlara yapılan metiyonin ilavesinin, kontrol rasyonuna göre tüm vücut protein oranlarını istatistiksel olarak önemli oranda arttığı bildirilmiştir [48].

Genç Nil Tilapyaalarında yem ham protein seviyesinin yaklaşık %85'inin soya fasülyesi küspesinden karşılandığı ve esansiyel amino asitlerden L-lizin, DL-metiyonin ve L-treonin ile desteklenen veya desteklenmeyen şekilde hazırlanan deneme yemleri hazırlanmıştır. Deneme sonunda esansiyel amino asitler (L-lizin, DL-metiyonin ve L-treonin) ile desteklenen yem ile beslenen gruptaki balıkların büyüme performansı, balık unu içeren kontrol yemi ile beslenen gruptaki balıklara göre azalma olmadığını bildirmişlerdir. Bunun sonucunda Nil Tilapyaalarında bitkisel kaynaklı proteinlerin balık unu yerine tamamiyle kullanılabileceği belirtilmiştir [49].

Son yıllarda yetiştiriciliği yapılan türlerde linoleik ve linolenik yağ asitlerince zengin olan yağlı tohumlu bitkisel kaynakların kullanımına yönelik araştırmalara çalışmalar oldukça artmıştır. Tilapyaaların da diğer tatlı su balıkları gibi biyoçevrim kapasitesine sahip oldukları, EPA ve DHA ya uzatma ve desaturasyon kapasitelerinin sınırlı olduğu bildirilmekle beraber C18 PUFA' lardan özellikle araşidonik asidi (20:4n-6) sentezleyebildikleri bildirilmiştir [16].

Nil Tilapyaalarının optimal büyüme için 18:2n-6 ve 20:4n-6 yağ asitlerine ihtiyaç duyduklarını, 8-18 arasında değişen doymuş yağ asitleri içeren yağ kaynaklarının uygun olmadığını belirtmişlerdir [17].

Nil Tilapyasında yapılan çalışmada balık yağı yerine, palmye yağı ve keten yağı kullanmışlardır. 18:3n-3 yağ asidi en yüksek keten yağı içeren yemle beslenen balıklarda

gözlemlenmiş ve büyüme parametrelerinde herhangi bir olumsuzluğa neden olmadan yemlerde kullanılabileceğini bildirmişlerdir [50].

Tilapya yemlerinde balık yağı yerine alternatif yağ kaynakları karışımlarının (soya, keten ve iç yağ) yem tüketimi ve büyüme parametreleri üzerinde istatistiksel olarak bir farklılık göstermediğini bildirmiştir [51].

Tilapyalarda yapılan diğer bir çalışma ise temel yağ asitleri ihtiyaçlarının karşılanması için yemlere konulan tek bir çeşit yağ kaynağı yerine farklı yağ kaynaklarının kombinasyonunun daha iyi büyüme ve yem değerlendirme performanslarına neden olduğunu göstermektedir [14]. Bütün bu sebeplerden dolayı, etkili bir şekilde bitkisel yağların balık yağı ile değiştirilmesi, balık yağına olan kesin bağımlılığı azaltacak ve dolayısıyla yem maliyetlerini de azaltacaktır.

Bütün bu çalışmalar göz önünde alındığında balık türlerinde balık yağına alternatif bitkisel yağ kullanımının büyüme, yaşama oranını, yağ asit kompozisyonlarını, yem çevrim etkinliğini etkilediği, ancak bu etkinin balıklarda türden türe değiştiği görülmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Yavru Tilapyanın Temini

Bu çalışmada deneme materyali olarak yavru Nil Tilapya (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758)'sı kullanılmıştır. Deneme materyali, Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Tatlı Su Balıkları Üretimi ve Araştırma İstasyonu'ndan temin edilmiştir. Balıklar deneme ünitesine getirildikten sonra, bir süre stok tanklarında deneme koşullarına adapte edilmişlerdir.

3.2. Deneme Dizaynı

Çalışma, Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Uygulama Birimleri, Deniz Balıkları Yetiştiriciliği ünitesinde, 12 adet, 120 cm x 50 cm x 32 cm ebatlarında 190 L, kapasiteli gri renk polietilen dikdörtgen plastik tanklarda yetiştiricilik gerçekleştirilmiştir. Tanklardaki doymamış oksijen seviyelerinin balık refahı ve sağlığı açısından Nil Tilapyanı için gerekli oranların altına düşürülmemesi deneme süresince önemle üzerinde durulmuş bir konu olup düzenli temiz su eklenmesi (haftada üç kez her değişimde % 30'u olacak şekilde) ve hava taşları yardımıyla havalandırma vasıtası ile bu durum sağlanmıştır. Deneme süresince tanklardaki su sıcaklığı rezervuar tanka bağlı ısıtıcılar ile 25 ayarlanmış, ısı kaybının önlenmesi için ünite birimi klimalarla ısıtılarak su sıcaklığı 25°C'de sabitlenmiştir. Sıcaklık ve oksijen değeri iki günde bir ölçülmüştür.

3.3. Denemenin Yönetimi

Deneme yemlerine ve besleme rejimine en az iki hafta boyunca alıştıran balıklar, her tanka 25 adet yavru Tilapya gelecek şekilde rastgele yerleştirilmiştir. Deneme başlangıç ortalama ağırlığı 16,2±0,7g olan bireyler deneme süresi boyunca balıklar vücut ağırlığının %4' ü kadar günlük 2 kez 09:00-10:00 ve 17:00 -18:00 saatleri arasında elle beslenmişlerdir. Deneme boyunca yavruların yem alım aktiviteleri günlük olarak gözlemlenmiş ve tüm yemler balıklar tarafından alınmıştır. Deneme süresince yetiştiricilik ünitesi içerisindeki günlük ışık periyodu floresan lambalar kullanılarak 12 saat aydınlık 12 saat karanlık olacak şekilde ayarlanmıştır. Deneme boyunca su sıcaklığı 24,1±0,2°C aralığında tutulmuştur. Deneme tanklarının üzeri yavruların tank dışına atlamalarının engellenmesi amacıyla ağla örtülmüştür.

3.4. Deneme Yemlerinin Hazırlanması

Deneme aynı ham protein, ham yağ ve toplam enerji değerine sahip (kuru madde üzerinden % 32 ham protein ve % 8- 12 ham yağ ve MJ/kg toplam enerji) yemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Dört farklı rasyon hazırlanmıştır. 1. rasyon; soya fasülyesi küspesi (SFK) içermeyen kontrol yemi, tamamen balık unu ve balık yağından oluşmuştur. 2., 3., 4. rasyon'lar ise balık unu ham proteininin % 50'sinin soya fasulyesi küspesinden gelen, yağ içeriklerinin'de %60, %80, %100 oranında, EPA ve DHA hariç balık yağı yağ asitleri kompozisyonunu taklit edecek soya, kanola ve keten tohumu yağları karışımından (kontrol yemi balık yağı miktarının %60, 80 ve 100 bitkisel kaynaklı yağların eşit oranda karışımı) oluşturulmuştur. Ayrıca Tilapyalarda diğer balıklarda olduğu gibi temel amino asitlerine ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle soya fasulyesi küspesi içeren yemlere eklenecek lizin ve metiyonin miktarları tilapyalarda kaynaklarda belirtilen temel aminoasit ihtiyaçları göz önüne alınarak birim yem miktarında her 4 uygulamada da birbirine yakın olacak şekilde belirlenmiştir [52]. Bunlara ek olarak kemoatraktan betaine yemlere eklenerek balıkların deneme yemlerine alışma süreçleri kısaltılmaya çalışılmıştır. İlk önce kuru ham maddeler öğütücüden geçirilmiştir. Daha sonra kuru içeriklerin 30 dakika olacak şekilde iyice karıştırılmalarından sonra sıvı içeriklerin eklenip tekrardan karıştırılmaları ile hazırlanmıştır. Daha sonra hazırlanan bu karışımlar et kıyma makinesinden geçirilerek 2 mm çapında iplikler haline getirilip oda sıcaklığında kurutulduktan sonra balık ağız boyunda 1-2 mm çapında peletler haline getirilerek torbalandıktan sonra kullanılmaya kadar -20°C'de saklanmışlardır. Deneme yemlerinin formülasyonu ve besin madde bileşenleri Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Denemede yemlerinin hammadde içerikleri ve kimyasal kompozisyonları.

Yem toplam enerji değerleri Elliott (1976) da verilen birim protein yağ ve karbonhidrat fizyolojik yakıt değerleri dikkate alınarak hesaplanmıştır: Protein (19 kJ/gr.), yağlar (36 kJ/gr.), karbonhidrat (15 kJ/gr). Analiz edilen yemlerin besinsel kompozisyonunu göstermektedir. (n=3, 3 tekerrür ortalamasını vermektedir). BY, SFK içermeyen tamamen balık unu ve balık yağından oluşmuştur (kontrol yemi). SKK, soya, kanola ve keten tohumu yağları karışımı. Yem içerikleri Mersin çevresindeki yem fabrikalarından, yağ içerikleri ise markette satılan ticari markaların yağlarından temin edilmiştir.

Yem İçerikleri (g/kg yem)	BY	60SKK	80SKK	100SKK
Balık Unu	375,0	223,0	223,0	223,0
Mısır Gluteni	106,0	39,0	39,0	39,0
Soya Fasulyesi Küspesi	0,0	283,7	283,7	283,7
Balık Yağı	50,0	20,0	10,0	0,0
Soya yağı	0,0	10,0	13,3	16,7
Kanola yağı	0,0	10,0	13,3	16,7
Keten Tohumu Yağı	0,0	10,0	13,3	16,7
Dekstrin	260,0	240,0	240,0	240,0
Vitamin Karışımı	10,0	40,0	40,0	40,0
Mineral Karışımı	10,0	30,0	30,0	30,0
Dikalsiyum Fosfat	46,0	21,3	21,4	21,2
Karboksimetil Selüloz	60,0	30,0	30,0	30,0
Bentonit	78,5	36,0	36,0	36,0
L-Lysine	3,0	4,0	4,0	4,0
DL-Methionine	1,5	3,0	3,0	3,0
TOPLAM	1000	1000	1000	1000
Analiz Edilen Kimyasal Kompozisyon (g/kg yem Kuru Madde)				
Nem	76,5±0,00 ^{ab}	81,6±0,00 ^b	73,6±0,00 ^a	96,2±0,00 ^c
Ham Protein	307,6±0,66	311,4±1,82	291,6±1,02	294,7±0,79
Ham Yağ	116,4±0,02	105,8±0,02	97,0±0,01	89,5±0,01
Nitrojensiz Öz Madde (NÖM)	375,9±2,41 ^a	428,0±1,68 ^b	453,4±0,03 ^b	461,8±1,67 ^b
Ham Kül	200,0±0,00 ^b	154,5±0,00 ^a	157,8±0,01 ^a	153,9±0,00 ^a
Toplam Enerji (MJ/kg)*	14,5	13,9	13,9	13,9

3.5. Ölçüm ve Analizler

3.5.1. Büyüme Parametreleri

Deneme 90 gün sürmüştür. Deneme süresince her 20 günde bir canlı ağırlık artışlarının belirlenmesi amacıyla her tanktaki balıklar bireysel olarak 0.01 g hassasiyetindeki terazi kullanılarak tartılmıştır. Ölçümlerden bir gün önce balıklar aç bırakılmıştır. Her tankta elde edilen canlı ağırlık artışına göre tanklara verilecek günlük yem miktarı, bu deneme için seçilen vücut ağırlığının %4'üne tekabül edecek (Bkz 3.3 Deneme yönetimi) kısıtlı besleme oranı dikkate alınarak yeniden hesaplanmıştır.

Deneme sonunda balıkların büyüme ve büyüme etkinliklerinin değerlendirilmesinde aşağıdaki formüllerden yararlanılmıştır.

Protein Etkinlik Oranı (PEO)(%)= [(Toplam canlı ağırlık artışı kazanımı (g)) / (Protein Tüketimi (g))]x100

Yem Etkinlik Oranı (YEO)= [(Toplam canlı ağırlık artışı kazanımı (g)) / (Toplam yem tüketimi (g Kuru Madde))]

Spesifik Büyüme Oranı (SBO) (%/gün)= [(Ln(Son canlı ağırlık) - Ln(Başlangıç canlı ağırlık))/90]x100

Hepato Somatik Index (HSI)= [(Karaciğer Ağırlığı / Balık Vücut Ağırlığı) X 100]

3.5.2. Besin Madde Bileşenleri Analizi

Deneme başlangıç tüm vücut ve doku biyokimyasal bileşenleri, amino asit ve yağ asitleri analizleri için toplam 20 balık alınarak, -20°C'de analiz edilinceye kadar saklanmıştır. Başlangıç ve deneme sonunda her tanktan alınan 6 şar balık (18 balık/uygulama) tüm vücut, kas ve karaciğer dokusu besin madde bileşenleri analizleri için soğutmalı kurutucuda liyofilize (Labconco, Missouri, USA) edildikten sonra, öğütücü yardımıyla homojenize edilerek analizlerin yapılacağı güne kadar -20°C derin dondurucuda kapaklı plastik kaplarda muhafaza edilmiştir. Bütün besin bileşenleri analizleri AOAC'de belirtilen yöntemlere göre uygulanmıştır [53].

3.5.2.1. Kuru Madde ve Kül Analizi

Deneme materyallerinin kuru madde analizleri liyofilize edilerek yapılmıştır. Bu amaçla, her bir uygulama için 3'er tekerrür alınan örnekler darası belli porselen kaplarda 0.0001 g'a duyarlı hassas terazide tartıldıktan sonra liyofilizatörde -50°C'de 0.05 bar basınçta 24 saat süreyle (sabit bir ağırlığa kadar) kurutulmuştur. Kurutma işleminin ardından örnekler desikatörde oda sıcaklığında tutulduktan sonra tartılmış ve ağırlıkları kaydedilmiştir. Ham kül tayini için aynı örnekler yakma fırınına yerleştirilerek 550°C'de 16 saat süreyle yakılmıştır [53]. Örnekler daha sonra desikatörde oda sıcaklığına kadar bekletilip tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Her iki analiz sonucunda örneklere ait kuru madde (%) ve ham kül (%) oranları hesaplanmıştır.

3.5.2.2. Ham yağ ve Yağ Asitleri kompozisyonu Analizleri

Yağ asitleri kompozisyonu tayini yapılacak yem, tüm vücut kas ve karaciğer dokuları toplam ham yağ içerikleri kloroform:metanol ekstraksiyonu (2:1 v/v) yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir [54]. Yağ asitleri metil esterleri (FAME) ise Metcalfe ve Schmitz'e göre hazırlanmış ve çok az miktarda değişikliğe uğratılmış daha önce Czesny ve Dabrowski tarafından geliştirilen yöntemle analiz edilmiştir [55,56]. Elde edilen FAME ise alevli iyonasyon detektörü ile donatılmış ve HP-88 kapılar sütüne (100m*0,25mm*0,2 µm; Agilent 7890 A series, Santa Clara, A.B.D) sahip gaz kromatografisi cihazı ile ayrılmıştır. Sistemde kullanılan taşıyıcı gaz, sabit akış modunda (0,82 ml/dak.) tutulan helyum gazıydı ve bölünme oranı 10:1 olarak ayarlandı. Fırın sıcaklık programı 140°C'den 240°C'ye 4°C/dak. olacak şekilde ve 140°C'de 5 dakika ve 240°C'de 20 dakika kalacak şekilde, 280°C'de çalışan alevli iyonizasyon detektörü kullanımına göre ayarlandı. Yağ asitleri daha sonra standart bir yağ asitleri karışımına (Sigma Aldrich Almanya) karşı tutulma zamanlarının kıyaslanması yoluyla sınıflandırıldı ve yine bir içsel standard ile oluşturdukları pik alanları kıyaslanarak miktarları belirlendi.

3.5.2.3. Ham Protein ve Amino asit kompozisyon analizleri :

Ham protein analizi MAKRO KJELDAHL (%N X 6.25) göre yapılmıştır [53]. Her bir uygulama için 3'er tekerrür (her bir grup için 9 örnek) örnek analiz edilmiştir. Homojenize ve liyofilize edilmiş kas örnekleri 0,0001 g hassasiyetteki terazi yardımıyla yaklaşık 1,0 g tartılarak Kjeldahl tüplerine yerleştirilmiştir. 3 adet tüp kör olarak hazırlanmıştır. Tüplerin içerisine 1'er adet katalizör tablet (1,5 g K₂SO₄+7,5 mg/s Selenyum karışımı) ve 10 ml sülfürik

asit (H_2SO_4) eklenerek yakma ünitesinde (VELP İtalya) $420^\circ C$ 'de yaklaşık 80 dakika süreyle Örnekler daha sonra oda sıcaklığına kadar çeker ocak altında soğutulmuştur. Destilasyon işlemine tabi tutulmadan önce her bir kjeldahl tüpüne 50 ml distile su ilave edilmiştir. Destilasyon işlemi için bir gün önceden hazırlanmış %35'lik NaOH ve %4'lük borik asit kullanılmıştır. Örnekler destilasyon cihazında (VELP İtalya) 50 ml alkali NaOH eklenerek destile edilmiş ve çıkan NH_3 gazının destilasyon ünitesinde sublimleşmesi sonucu oluşan sıvı ünitenin destilat yakalama kısmına konan 25 ml %4' lük borik asit solüsyonu içeren 250 ml' lik erlenlerde tutulması sağlanmıştır (yaklaşık erlendeki sıvı hacmi 150 ml olana kadar). Daha sonra erlenlerin içerisine yaklaşık 10 damla metil kırmızısı çözeltisinden (indicator) eklenerek yeşile dönen örnekler yaklaşık 0,2 N'lık HCl asite karşı renkleri uçuk pembe rengine dönüşüncüye kadar titre edilmiş ve ham protein (HP) oranı aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır. Tüpler içindeki örnekler yeşil-sarı bir renk alıncaya kadar yakılmıştır.

$$\% N = (14,01 \times 0,2 \text{ N HCl} \times \text{harcanan titre miktarı (ml)}) / 10 \times \text{örnek miktarı}$$

$$\% HP = \% N \times 6,25$$

Yem, tüm vücut ve kas temel amino asit kompozisyonları TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Gıda Laboratuvarlarında hizmet alımı karşılığında analiz ettirilmiştir. Kısaca, 0,1-1,0 g arasındaki homojenize edilmiş örnekler 50 ml'lik ağzı kapalı analiz şişesi içerisine alındı ve 6 N hidroklorik asit çözeltisinden 20 ml ilave edilip, şişe içine azot gazı verilerek ağzı sıkıca kapatıldı ve 24 saat $110^\circ C$ 'de etüvde hidrolize edildiler. Daha sonra örnekler, oda sıcaklığına getirilerek adi filtre kâğıdından süzüldü. Süzüntüden 0,2 ml farklı deney tüpüne alınarak azot gazı altında $50^\circ C$ 'de uçuruldu ve üzerine 0,5 ml asetonitril konarak uçurma işlemi tekrarlandı. Tüp içindeki kalıntıya yaklaşık 0,5 ml asetonitril:metanol:trietilamin karışımı ve 0,1 ml türevlendirme çözeltisinden ilave edilerek $40^\circ C$ etüvde 30 dakika süreyle türevlendirilme işlemi uygulandı. Azot gazı altında $40^\circ C$ 'de uçurduktan sonra üzerine 0,2 ml asetonitril ilave edildi ve azot gazı altında tekrar uçuruldu. Daha sonra üzerine 5 ml 0,02 M amonyum asetat çözeltisi ilave edilen örnekler 0,2 µm lik filtre kağıdından süzülerek UFLC (Ultra Fast Liquid Chromatography) ye enjekte edildiler. Prensip olarak analize alınacak örnek miktarı, belirlenecek besin ögesinin numune içindeki düzeyine göre değişiklik göstermektedir. UFLC Koşulları ise şu şekilde uygulanmıştır: Mobil Faz A: 1 L'lik balon jojeye 0,78 g sodyum dihidrojen fosfat dihidrat ve 0,88 g disodyum hidrojen fosfat dihidrat tartıldı ve deiyonize su ile hacimine tamamlandı. Tampon çözeltisinin pH değeri ise 6,8-6,9 arasında olacak şekilde ayarlanıp süzüldü. Mobil Faz B de Asetonitril kullanılıp kolon Sıcaklığı $40^\circ C$ 'ye ayarlandı ve dedektör olarak UV detektörü kullanılmıştır. Dalga boyu, enjeksiyon hacmi ve akış hızı ise sırasıyla 254 nm, 10 µl ve 1ml/dakika olarak ayarlanmıştır.

3.5.3. İstatistiksel Analiz

Denemenin verileri tek yönlü varyans analizi (one way ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Önemli farkların bulunduğu durumlarda, ortalamalar Tukey-HSD (n sayıları eşit olduğu durumlarda) ya da Scheffe's (n sayıları eşit olmadığı durumlarda) çoklu karşılaştırma testleri ile karşılaştırılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar $P < 0,05$ önemlilik seviyesinde test edilmiştir. Sonuçlar ortalama \pm standart hata (ort. \pm S.H.) şeklinde verilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bütün veriler SPSS 20.0 (SPSS, Chicago, IL) istatistik paket programında analiz edilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Çevresel Parametreler

Deneme tanklarında su sıcaklığı $22,7 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ (minimum) ile $25,0 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ (maksimum) arasında değişmiş olup 90 gün süresince sıcaklık değeri ortalama $24,1 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir. Deneme süresince, çözülmüş oksijen değeri ortalama $6,6 \text{ mg/l}$ olarak ölçülmüştür. Sıcaklık ve oksijen değeri iki günde bir ölçülmüştür.

Tablo 4.1. Deneme Dönemlerinde Araştırma Tanklarında Ölçülen Ortalama Su Sıcaklığı ve Oksijen değerleri.

Deneme Süresi	Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Ortalama Oksijen(mg/l)
0-14. Gün	$22,7 \pm 0,3$	$6,7 \pm 0,2$
15-28. Gün	$23,5 \pm 0,2$	$6,6 \pm 0,4$
29-42.Gün	$24,0 \pm 0,2$	$6,6 \pm 0,2$
43-56. Gün	$24,4 \pm 0,1$	$6,6 \pm 0,2$
57-70.Gün	$24,3 \pm 0,1$	$6,5 \pm 0,1$
71-84.Gün	$25,0 \pm 0,2$	$6,6 \pm 0,3$
85-90.Gün	$24,5 \pm 0,3$	$6,8 \pm 0,2$
ORTALAMA	$24,2 \pm 0,1$	$6,6 \pm 0,1$

4.2. Deneme Yemleri

Deneme yemlerinin analiz edilen kimyasal kompozisyonunda ham protein ve ham yağ değerlerinde formülasyonlarına uygun olarak istatistiksel bir farklılık görülmemiştir ($P > 0,05$). Deneme yemlerinin protein içeriği formülasyonda hesaplandığı gibi $291,6 \pm 1,02$ ile $311,4 \pm 1,82 \text{ g/kg}$ olarak değişmiştir. Yemlerin lipit içerikleri de $89,5 \pm 0,01$ ile $116,4 \pm 0,02 \text{ g/kg}$ istatistiksel açıdan tüm gruplarda birbirlerinden farklı çıkmamıştır. Ancak, yem içerisindeki nitrojensiz öz madde (NÖM) ve Nem miktarı yem içerisindeki bitkisel yağ miktarının fazla olduğu 100SKK grubunda BY, 60SKK ve 80SKK gruplarına göre fazla bulunmuştur. Kül ölçümü miktarı ise BY grubunda 60SKK, 80SKK, 100SKK gruplarına göre fazla bulunmuştur. NÖM, Nem ve Kül miktarları istatistiksel açıdan gruplar arasında anlamlı farklılıklar vardır ($P < 0,05$) (Tablo 3.1.).

Yemlerin amino asit içerikleri, yem içerisindeki hayvansal ve bitkisel protein kaynağına göre değişiklik göstermiştir. Esansiyel ve esansiyel olmayan amino değerlerinin birçoğunda BY grubundaki amino asit miktarları 60SKK, 80SKK ve 100SKK grupları ile karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur. Özellikle beklenildiği gibi tamamen hayvansal protein kullanılarak hazırlanan BY grubunda metiyonin, ve lizin amino asitleri miktarı, bitkisel protein içeren

60SKK, 80SKK ve 100SKK grupları ile karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. Yem esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit kompozisyon değerleri (gr/kg Yem Kuru Madde)(n=1)

Esansiyel A. Asitler	BY	60SKK	80SKK	100SKK
L-Metiyonin (Met)	11,1	9,5	10,6	9,5
L-Fenilalanin (Phe)	15,4	16,5	17,6	13,3
L-Lizin (Lys)	37,8	31,2	31,7	25,3
L-Histidin (His)	7,3	7,7	9,0	8,3
L-Valin (Val)	21,1	21,7	21,5	20,3
L-Lösin (Leu)	32,2	30,2	31,8	26,0
L-İzolösin(Ile)	19,2	20,2	21,6	17,7
L-Treonin (Thr)	15,5	13,4	15,1	13,7
L-Arjinin (Arg)	9,4	8,7	8,4	9,2
Esansiyel Olmayan A. asitler				
L-Alanin (Ala)	19,6	17,2	18,0	17,1
L-Aspartik asit (Asp)	15,5	12,8	12,1	14,9
Glisin (Gly)	16,5	14,7	14,6	14,8
L-Glutamik asit(Glu)	17,7	16,7	17,6	20,3
L-Prolin (Pro)	18,3	16,8	17,3	15,6
L-Serin (Ser)	8,7	9,7	11,0	10,4
L-Tirozin (Tyr)	10,2	10,0	11,1	9,9

Deneme yemlerinin yağ asidi kompozisyonu yem içerisinde kullanılan bitkisel yağ karışımlarının kompozisyonu ile değişiklik göstermiştir (Tablo 4.3.). Buna göre, yem içerisindeki bitkisel yağ oranı arttığında EPA ve DHA miktarında bir düşüş meydana gelmiştir. En yüksek EPA ve DHA miktarı balık yağı (BY) ile hazırlanmış yemlerde bulunurken, en düşük 100SKK yemlerinde bulunmuştur ve istatistiksel açıdan gruplar arasında önemli farklar bulunmuştur ($P<0,05$). Yem içerisindeki bitkisel yağ oranı arttıkça 18:2n-6 miktarında bir artış meydana gelmiştir. En yüksek 18:2n-6 100SKK yemlerinde bulunurken en düşük BY grubunda tespit edilmiştir ve istatistiksel açıdan gruplar arasında anlamlı farklılıklar vardır ($P<0,05$). 18:3n-3 en yüksek 80SKK ve 100SKK yemlerinde bulunmuştur. İstatistiksel açıdan gruplar arasında anlamlı farklılıklar vardır ($P<0,05$). Σ SFA ve Σ MUFA değerleri yem içerisinde kullanılan bitkisel yağ karışımlarının kompozisyonu ile değişiklik göstermiştir ve istatistiksel açıdan gruplar arasında anlamlı farklılıklar vardır ($P<0,05$). Σ PUFA değerlerinde ise en düşük değer BY grubunda tespit edilmiştir. En yüksek değer ise sırasıyla 60SKK, 80SKK ve 100SKK gruplarındaki bireylerinde bulunmuştur ayrıca istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmuştur ($P<0,05$). Gruplar arasında oleik asit (18:1n-9) miktarı açısından en yüksek değer 60SKK

grubu bireylerinde tespit edilmiştir. Bu yağ asidinin en düşük değerleri ise sırasıyla 100SKK, 80SKK ve BY gruplarında bulunmuştur ($P>0,05$).

Tablo 4.3. Yem yağ asitleri kompozisyonu değerleri (Her değer bir ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. $n=3$, aynı satırda farklı üst simge ile belirtilen değerler istatistiksel olarak önemli farklılığa sahiptir $P<0,05$). İstatistiksel fark bulunmayan gruplarda harflendirme yapılmamıştır.

	BY	60SKK	80SKK	100SKK
14:0	4,7 \pm 0,1 ^d	2,8 \pm 0,2 ^c	2,4 \pm 0,1 ^b	2,1 \pm 0,0 ^a
15:0	0,3 \pm 0,0	Tespit Edilemedi	0,2 \pm 0,0	Tespit Edilemedi
16:0	15,1 \pm 0,2 ^b	13,3 \pm 0,1 ^c	12,7 \pm 0,1 ^a	12,5 \pm 0,3 ^a
17:0	0,3 \pm 0,0	Tespit Edilemedi	0,2 \pm 0,1	Tespit Edilemedi
18:0	4,1 \pm 0,1 ^a	4,5 \pm 0,2 ^b	4,6 \pm 0,1 ^b	4,6 \pm 0,1 ^b
20:0	0,4 \pm 0,1 ^a	0,4 \pm 0,0 ^a	0,4 \pm 0,0 ^{ab}	0,4 \pm 0,0 ^b
22:0	0,2 \pm 0,0	0,3 \pm 0,0	0,3 \pm 0,0	0,5 \pm 0,1
16:1n-7	5,4 \pm 0,1 ^d	3,3 \pm 0,1 ^c	2,8 \pm 0,0 ^b	2,5 \pm 0,1 ^a
17:1n-7	0,9 \pm 0,02 ^b	0,4 \pm 0,0 ^a	0,4 \pm 0,0 ^a	0,4 \pm 0,0 ^a
18:1n-9	30,0 \pm 0,1	30,6 \pm 0,5	28,5 \pm 1,0	28,4 \pm 0,2
20:1n-9	3,5 \pm 0,1	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
22:1n-9	0,8 \pm 0,0 ^b	0,5 \pm 0,0 ^a	0,5 \pm 0,0 ^a	0,5 \pm 0,0 ^a
24:1n-9	0,5 \pm 0,0	0,3 \pm 0,0	0,2 \pm 0,0	Tespit Edilemedi
18:3n-3	3,5 \pm 0,0 ^b	9,6 \pm 0,1 ^a	10,5 \pm 0,1 ^c	10,1 \pm 0,2 ^c
20:3n-3	2,6 \pm 0,0 ^c	1,4 \pm 0,1 ^b	1,0 \pm 0,2 ^a	0,6 \pm 0,1 ^a
20:5n-3	8,7 \pm 0,1 ^c	5,2 \pm 0,1 ^b	4,9 \pm 0,1 ^a	4,8 \pm 0,0 ^a
22:6n-3	5,2 \pm 0,1 ^c	2,8 \pm 0,1 ^b	2,5 \pm 0,1 ^a	2,2 \pm 0,1 ^a
18:2n-6	10,2 \pm 0,0 ^a	23,1 \pm 0,2 ^b	26,5 \pm 0,5 ^c	29,5 \pm 0,4 ^d
20:2n-6	0,8 \pm 0,0	0,4 \pm 0,0	0,2 \pm 0,0	Tespit Edilemedi
18:3n-6	0,2 \pm 0,1	Tespit Edilemedi	0,2 \pm 0,0	Tespit Edilemedi
20:3n-6	0,2 \pm 0,0	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
20:4n-6	0,6 \pm 0,0 ^a	0,3 \pm 0,0 ^b	0,2 \pm 0,0 ^b	0,2 \pm 0,0 ^b
Σ SFA	25,2 \pm 0,2 ^c	21,2 \pm 0,1 ^b	20,6 \pm 0,4 ^{ab}	20,1 \pm 0,4 ^a
Σ MUFA	41,0 \pm 0,1	35,1 \pm 0,2	32,6 \pm 0,9	31,8 \pm 0,1
Σ PUFA	31,9 \pm 0,20 ^a	42,8 \pm 0,2 ^b	45,7 \pm 1,1 ^c	47,5 \pm 0,3 ^d
Σ n-3 PUFA	19,9 \pm 0,1 ^c	19,0 \pm 0,1 ^a	18,6 \pm 0,7 ^b	17,7 \pm 0,1 ^b
Σ n-6 PUFA	12,4 \pm 0,2 ^a	24,0 \pm 0,2 ^b	27,4 \pm 0,5 ^c	30,0 \pm 0,4 ^d
n-3/n-6	1,6 \pm 0,0 ^d	0,8 \pm 0,0 ^a	0,7 \pm 0,0 ^c	0,6 \pm 0,0 ^b

4.3. Büyüme Parametreleri

Deneme başlangıcında $16,3\pm 0,4$ g olarak ölçülen bireyler deneme sonunda her gruptaki tilapylar başlangıç canlı ağırlıklarının 2 katından fazlasına ulaşmışlardır. 90 gün besleme periyodunun sonunda tüm gruplarda $32,7\pm 0,6$ g arasında değişiklik göstermiştir. Gruplar arasındaki canlı ağırlık artışı değerleri tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık bulunmamıştır ($P>0,05$).

Tablo 4.4. Büyüme parametreleri (Her değer bir ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. $n=3$, aynı satırda farklı üst simge ile belirtilen değerler istatistiksel olarak önemli farklılığa sahiptir $P<0,05$). İstatistiksel fark bulunmayan gruplarda harflendirme yapılmamıştır.

Büyüme parametreleri	BY	60SKK	80SKK	100SKK
Başlangıç canlı ağırlık(g)	16,4 \pm 0,8	16,4 \pm 0,3	16,5 \pm 0,9	15,7 \pm 0,6
Son canlı ağırlık (g)	34,3 \pm 1,2	33,8 \pm 2,7	31,4 \pm 1,7	32,5 \pm 1,5
Spesifik Büyüme Oranı%	0,7 \pm 0,0	0,7 \pm 0,1	0,6 \pm 0,0	0,7 \pm 0,1
Yem Etkinlik Oranı	0,3 \pm 0,0	0,3 \pm 0,0	0,2 \pm 0,0	0,3 \pm 0,0
Protein Etkinlik Oranı%	89,5 \pm 3,5	84,7 \pm 11,7	78,6 \pm 4,4	87,4 \pm 9,1
Hepato Somatik İndeks	1,8 \pm 0,3	1,7 \pm 0,2	2,2 \pm 0,2	2,1 \pm 0,3
Yaşam oranı%	100	100	100	100

Spesifik büyüme oranı en yüksek 100SKK en düşük ise 80SKK gruplarında tespit edilmiştir. Tüm gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yoktur ($P>0,05$). Büyüme parametrelerinden Yem Etkinlik Oranı ve Protein Etkinlik Oranı değerleri BY grubunda 60SKK, 80SKK ve 100SKK grupları ile karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur ($P>0,05$). Hepato Somatik İndeks (HSI) istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde, en yüksek HSI 80SKK deneme yemi ile beslenen grupta, en düşük HSI değeri ise 60SKK ile beslenen grupta gerçekleştiği belirlenmiştir ($P>0,05$). Deneme süresince canlı kaybı olmamıştır.

4.4. Besin Madde Bileşenleri ve Amino asit Kompozisyon Değerleri

Denemenin başlangıcında ve sonunda alınan balık örneklerinde tüm vücut ham protein, ham yağ, ham kül değerleri Tablo 4.5.'deki gibidir.

Ham protein miktarı BY grubu $63,6\pm 1,3$ çıkarken en yüksek değer 60SKK $67,6\pm 0,6$ çıkmıştır. Çıkan değerler tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmuştur ($P<0,05$). Diğer taraftan göre

balık yağı ve hayvansal protein içerikli yemle beslenen BY grubunda ham yağ miktarı bitkisel yağ içeren 60SKK, 80SKK, 100SKK grupları ile karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan gruplar arasında anlamlı farklılıklar görülmemiştir ($P>0,05$).

Ham kül değerleri açısından sonuçlar incelendiğinde en yüksek ham kül BY grubunda görülmüştür ve istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar vardır ($P<0,05$).

Tablo 4.5. Tüm vücut besin bileşenleri kompozisyonu değerleri (Her değer bir ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. $n=3$, aynı satırda farklı üst simge ile belirtilen değerler istatistiksel olarak önemli farklılığa sahiptir $P<0,05$). İstatistiksel fark bulunmayan gruplarda harflendirme yapılmamıştır.

	BY	60SKK	80SKK	100SKK
Ham Protein	63,6 \pm 1,3 ^a	67,6 \pm 0,6 ^c	65,5 \pm 0,1 ^b	64,9 \pm 0,3 ^{ab}
Ham Yağ	22,4 \pm 0,0	18,9 \pm 0,0	19,3 \pm 0,0	21,4 \pm 0,0
Ham Kül	14,9 \pm 0,0 ^b	11,7 \pm 0,0 ^a	12,2 \pm 0,0 ^{ab}	12,8 \pm 0,0 ^{ab}

Deneme sonunda tüm vücut amino asit içerikleri karşılaştırıldığında yemdeki amino asit kompozisyonundan etkilendiği görülmüştür. Tüm vücut amino asit kompozisyonunda artış gözlemlenmiştir (Tablo 4.6.). Özellikle belirtilen genç Nil Tilapyelerinin esansiyel amino asit ihtiyaçları göz önüne alınarak dışarıdan eklenen L-lizin ve DL-metiyonini etkin bir şekilde kullandıklarını göstermektedir. Ayrıca esansiyel ve esansiyel olmayan amino değerlerinin birçoğunda BY grubuna göre 60SKK, 80SKK ve 100SKK gruplarında amino asit değerlerinin arttığı görülmüştür.

Tablo 4.6. Deneme sonu tüm vücut esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit kompozisyon değerleri (gr/kg Tüm Vücut Kuru Madde)(n=1).

Esansiyel A. Asitler	BY	60SKK	80SKK	100SKK
L-Metiyonin (Met)	10,3	11,9	12,3	11,7
L-Fenilalanin (Phe)	17,7	19,4	18,9	20,0
L-Lizin (Lys)	76,9	78,1	73,6	83,5
L-Histidin (His)	12,2	16,7	16,5	17
L-Valin (Val)	28,7	27,9	27,5	27,6
L-Lösin (Leu)	36,5	38,9	37,6	38,8
L-İzolösin(Ile)	25,3	27,6	27,2	27,9
L-Treonin (Thr)	30,6	33,3	39,1	34,9
L-Arjinin (Arg)	44,2	37,5	35,9	40,5
Esansiyel Olmayan A. Asitler				
L-Alanin (Ala)	19,8	23,8	18,9	21,9
L-Aspartik asit (Asp)	111,0	125,6	120,3	128,3
Glisin (Gly)	27,9	28,7	27,2	25,8
L-Glutamik asit (Glu)	85,6	101,1	95,9	101,7
L-Prolin (Pro)	23,8	24,5	27,5	24,7
L-Serin (Ser)	18,2	24,5	25,7	24,1
L-Tirozin (Tyr)	13,5	13,8	15,1	15,0

Deneme başlangıcında ve sonunda gruplardan alınan kas örneklerinde yapılan ham protein, ham yağ ve ham kül sonuçları Tablo 4.7.'de verilmiştir. Ham protein ve ham kül değerleri gruplar arasında karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamakla birlikte ($P>0,05$) ham protein miktarı BY grubu $82,6\pm 0,3$ çıkarken en yüksek değer 80SKK $83,78\pm 1,6$ çıkmıştır. Ham Yağ değerleri ise gruplar arasında karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmakla birlikte ($P<0,05$) ham yağ miktarları soya fasülyesi küspesi ve balık yağı yerine artan oranlarda bitkisel yağ karışımları ile beslenen 60SKK, 80SKK ve 100SKK gruplarında balık yağı içeren kontrol grubuna göre önemli oranda azalmıştır ($P<0,05$).

Tablo 4.7. Deneme sonu kas dokusu besin bileşenleri kompozisyonu değerleri (Her değer bir ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. n=3, aynı satırda farklı üst simge ile belirtilen değerler istatistiksel olarak önemli farklılığa sahiptir $P<0,05$). İstatistiksel fark bulunmayan gruplarda harflendirme yapılmamıştır.

	BY	60SKK	80SKK	100SKK
Ham Protein	82,6 \pm 0,3	83,4 \pm 1,0	83,8 \pm 1,6	84,3 \pm 0,4
Ham Yağ	7,2 \pm 0,0 ^b	5,1 \pm 0,0 ^a	4,9 \pm 0,0 ^a	5,7 \pm 0,0 ^a
Ham Kül	8,5 \pm 0,0	7,57 \pm 0,0	7,5 \pm 0,0	8,1 \pm 0,0

Başlangıcında ve sonunda gruplardan alınan kas örneklerinden yapılan incelemede amino asit içerikleri karşılaştırıldığında amino asit değerlerinde bir artış olduğu görülmüştür (Tablo 4.8.). Deneme sonunda kas amino asit içerikleri karşılaştırıldığında yemdeki amino asit kompozisyonundan etkilendiği görülmüştür. Kas amino asit kompozisyonunda artış gözlemlenmiştir. Özellikle belirtilen genç Nil Tilapya larının esansiyel amino asit ihtiyaçları göz önüne alınarak dışarıdan eklenen L-lizin ve DL-metiyonini etkin bir şekilde kullandıklarını göstermektedir. Ayrıca esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit değerlerinin birkaçı hariç BY grubuna göre 60SKK, 80SKK ve 100SKK gruplarında amino asit değerlerinin arttığı görülmüştür.

Tablo 4.8. Deneme sonu kas dokusu esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit kompozisyon değerleri(gr/kg Kas Kuru Madde) (n=1)

Esansiyel A. Asitler	BAŞLANGIÇ	BY	60SKK	80SKK	100SKK
L-Metiyonin (Met)	13,7	14,5	15,4	18,4	15,9
L-Fenilalanin (Phe)	20,6	21,5	23,8	26,7	23,0
L-Lizin (Lys)	89,3	96,9	107,6	73,8	100,2
L-Histidin (His)	19,6	20,3	21,9	23,8	22,1
L-Valin (Val)	25,6	30,7	32,6	34,9	33,3
L-Lösin (Leu)	40,2	44,6	47,9	53,1	47,8
L-İzolösin(Ile)	30,7	34,1	35,4	40,1	65,2
L-Treonin (Thr)	45,8	44,6	45,2	55,7	46,3
L-Arjinin (Arg)	47,0	50,2	48,8	31,8	52,2
Esansiyel Olmayan A. Asitler					
L-Alanin (Ala)	24,9	30,6	28,3	33,4	26,0
L-Aspartik asit (Asp)	179,0	182,0	194,6	190,0	206,8
Glisin (Gly)	21,9	28,2	29,8	33,4	29,6
L-Glutamik asit (Glu)	117,9	135,5	135,1	139,5	140,1
L-Prolin (Pro)	22,1	22,7	26,7	28,3	28,9
L-Serin (Ser)	28,2	29,1	30,8	34,7	29,9
L-Tirozin (Tyr)	16,4	17,7	18,2	23,1	19,9

4.5. Yağ asitleri Kompozisyon Değerleri

Deneme sonunda alınan balık örneklerinin tüm vücut yağ asidi kompozisyonu değişimleri Tablo 4.9.'de verilmiştir. Tüm gruplarda tüm vücut yağ asitleri kompozisyonu EPA (20:5n-3) ve DHA (22:6n-3) hariç diğer yağ asitleri sınıfları açısından yem yağ asitleri kompozisyonuna benzer bulunmuştur. Miristik asit (14:0) miktarına bakıldığında en yüksek değer BY grubunda, en düşük değer ise 100SKK grubundaki bireylerinde bulunmuştur (P<0,05). Diğer bir doymuş yağ asidi olan palmitoleik asit (16:0) miktarına bakıldığında en yüksek değer

%17,7 ile 80SKK grubunda tespit edilmiş ve soya fasülyesi küspesi ve artan oranlarda bitkisel yağ karışımları ile beslenen gruplardan elde edilen tüm vücut örneklerinde bu yağ asitinin BY grubundan elde edilen verilerine göre istatistiksel açıdan önemli oranda yüksek olduğu bulunmuştur ($P<0,05$). Gruplar arasında oleik asit (18:1n-9) miktarı açısından en yüksek değer BY grubundaki bireylerinde en düşük değer ise 80SKK grubu bireylerinde gözlemlenmiş olmasına karşın gruplar arasında önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$). Yem oleik asit miktarına göre özellikle BY grubunda % 10 luk bir artışa karşılık artan oranlarda bitkisel yağ karışımları ile beslenen gruplarda ise bu artışın %2-4 arasında kaldığı görülmektedir (Tablo 4.9.). Deneme bireylerinin tüm vücutlarındaki linoleik asit miktarı (18:2n-6) en yüksek 100SKK'da bulunmakla beraber bu miktarın diğer gruplardan elde edilen değerlerden önemli oranda fazla olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$). Ayrıca bu yağ asiti miktarı açısından BY grubuna göre artan miktarlarda bitkisel yağ kaynakları ile beslenen bireylerin tüm vücudunda linoleik asit miktarlarının önemli oranda ($P<0,05$) arttığı fakat 60SKK ve 80SKK gruplarına ait değerlerdeki artışında 100SKK grubundan elde edilen değere göre önemli oranda az olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$). En yüksek α -linolenik asit (18:3n-3) BY grubundaki bireylerde bulunmuş ve yemlerde artan oranlarda bitkisel yağ kaynakları karışımlarının kullanılmasının bu yağ asiti miktarlarını 60SKK, 80SKK ve 100SKK gruplarında yaklaşık %3 seviyelerinde azalttığı ve bu azalmanın ise istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$). 20:3n-3 yağ asiti miktarlarının ise bitkisel yağ karışımları ile beslenen gruplarda, BY grubundaki balıklardan elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında önemli oranda ($P<0,05$) azaldığı tespit edilmiştir. 18:3n-6 ve 20:3n-6 yağ asitleri miktarları ise BY grubundan elde edilen değerlerine göre artan bitkisel yağ karışımları ile beslenen bütün gruplarda önemli miktarlarda artış gösterdiği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Ayrıca 18:3n-6 açısından 100SKK grubundan elde edilen değerinde 60SKK ve 80SKK gruplarından elde edilen değerlerden önemli oranda yüksek olduğu bulunmuştur (Tablo 4.9.). 20:3n-6 açısından ise BY grubuna göre en fazla artışın 80SKK ve 100SKK gruplarında tespit edildiği ve bu değerlerinde 60SKK grubundan elde edilen miktarından önemli oranda fazla olduğu Tablo 4.9.'de görülmektedir. Tüm vücut örneklerinde en yüksek EPA içeriği BY grubu bireylerinde tespit edilirken 60SKK grubunda tespit edilmemiştir. Ayrıca 80SKK ve 100SKK grubuna ait EPA değerleri ile karşılaştırıldığında BY grubuna göre düşüşün oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 4.9.). DHA miktarı açısından en yüksek değerler BY grubu bireylerinde bulunmuştur ve gruplar arasında istatistiki bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$).

Tablo 4.9. Tüm vücut yağ asitleri kompozisyonu değerleri (Her değer bir ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. n=3, aynı satırda farklı üst simge ile belirtilen değerler istatistiksel olarak önemli farklılığa sahiptir P<0,05). İstatistiksel fark bulunmayan gruplarda harflendirme yapılmamıştır.

	BAŞLANGIÇ	BY	60SKK	80SKK	100SKK
14:0	3,0 \pm 0,1	2,8 \pm 0,4 ^{cd}	2,2 \pm 0,1 ^b	2,5 \pm 0,2 ^c	2,0 \pm 0,2 ^a
15:0	0,6 \pm 0,0	0,2 \pm 0,0 ^a	0,5 \pm 0,0 ^c	0,5 \pm 0,0 ^d	0,4 \pm 0,0 ^c
16:0	19,9 \pm 0,2	8,9 \pm 0,0 ^a	16,5 \pm 0,1 ^b	17,7 \pm 0,2 ^c	16,5 \pm 0,3 ^b
17:0	0,7 \pm 0,0	0,1 \pm 0,0 ^a	0,5 \pm 0,0 ^b	0,6 \pm 0,0 ^c	0,5 \pm 0,0 ^b
18:0	6,4 \pm 0,2	2,6 \pm 0,1 ^a	6,0 \pm 0,2 ^b	6,2 \pm 0,3 ^b	5,9 \pm 0,4 ^b
20:0	0,5 \pm 0,0	0,5 \pm 0,0	0,5 \pm 0,0	0,5 \pm 0,0	0,5 \pm 0,1
22:0	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	0,2 \pm 0,0
23:0	Tespit Edilemedi	0,1 \pm 0,0	Tespit Edilemedi	0,3 \pm 0,0	Tespit Edilemedi
24:0	Tespit Edilemedi	1,6 \pm 0,0 ^c	0,9 \pm 0,0 ^b	0,2 \pm 0,0 ^a	0,2 \pm 0,0 ^a
16:1n-7	4,7 \pm 0,1	3,0 \pm 0,0 ^a	4,5 \pm 0,2 ^b	4,8 \pm 0,2 ^b	4,4 \pm 0,2 ^b
17:1n-7	0,6 \pm 0,0	0,4 \pm 0,0 ^a	0,6 \pm 0,1 ^b	0,6 \pm 0,0 ^b	0,6 \pm 0,0 ^b
18:1n-9	30,8 \pm 0,2	39,9 \pm 5,4	33,0 \pm 0,3	30,4 \pm 0,1	32,1 \pm 0,4
20:1n-9	2,9 \pm 0,1	3,7 \pm 1,0 ^b	2,2 \pm 0,1 ^a	2,1 \pm 0,1 ^a	1,7 \pm 0,1 ^a
22:1n-9	0,9 \pm 0,0	2,9 \pm 0,0 ^b	0,9 \pm 0,0 ^a	1,0 \pm 0,0 ^c	0,9 \pm 0,0 ^a
24:1n-9	0,3 \pm 0,0	0,4 \pm 0,0 ^c	0,3 \pm 0,0 ^b	0,3 \pm 0,0 ^b	0,2 \pm 0,0 ^a
18:3n-3	2,5 \pm 0,1	5,8 \pm 0,0 ^b	3,0 \pm 0,1 ^a	3,1 \pm 0,2 ^a	3,5 \pm 0,2 ^a
20:3n-3	1,0 \pm 0,0	1,0 \pm 0,0 ^a	0,8 \pm 0,0 ^b	0,8 \pm 0,0 ^b	0,8 \pm 0,0 ^b
20:5n-3	1,2 \pm 0,0	2,7 \pm 0,0	Tespit Edilemedi	1,0 \pm 0,0	0,8 \pm 0,0
22:6n-3	5,8 \pm 0,1	5,8 \pm 0,8	4,7 \pm 0,1	5,4 \pm 0,1	4,0 \pm 0,0
18:2n-6	14,5 \pm 0,3	13,5 \pm 1,5 ^a	17,8 \pm 0,4 ^b	18,3 \pm 0,6 ^{bc}	20,2 \pm 0,4 ^c
20:2n-6	0,9 \pm 0,0	1,1 \pm 0,2	0,9 \pm 0,0	0,9 \pm 0,0	1,0 \pm 0,1
18:3n-6	Tespit Edilemedi	0,2 \pm 0,0 ^a	0,4 \pm 0,0 ^b	0,4 \pm 0,0 ^b	0,6 \pm 0,1 ^c
20:3n-6	0,6 \pm 0,1	0,3 \pm 0,0 ^a	0,4 \pm 0,0 ^b	0,4 \pm 0,0 ^c	0,4 \pm 0,0 ^c
20:4n-6	0,5 \pm 0,0	0,3 \pm 0,1	0,3 \pm 0,1	0,3 \pm 0,1	0,3 \pm 0,0
ΣSFA	31,2 \pm 0,4	16,9 \pm 0,5 ^a	26,8 \pm 0,4 ^b	28,2 \pm 0,5 ^b	26,1 \pm 0,4 ^b
ΣMUFA	39,8 \pm 0,1	50,4 \pm 6,4	40,7 \pm 1,2	39,0 \pm 0,1	39,9 \pm 0,4
ΣPUFA	26,7 \pm 0,3	30,5 \pm 2,6	28,2 \pm 0,6	30,1 \pm 0,6	31,6 \pm 0,7
Σ n-3 PUFA	10,5 \pm 0,1	15,2 \pm 0,9 ^c	8,5 \pm 0,2 ^b	10,3 \pm 0,3 ^{abc}	9,2 \pm 0,2 ^{ab}
Σn-6 PUFA	16,2 \pm 0,3	15,3 \pm 1,7 ^a	19,7 \pm 0,4 ^b	19,9 \pm 0,3 ^b	22,4 \pm 0,5 ^b
n-3/n-6	0,7 \pm 0,0	1,0 \pm 0,1 ^c	0,4 \pm 0,0 ^a	0,5 \pm 0,0 ^b	0,4 \pm 0,0 ^a

Deneme sonunda alınan balık örneklerinin kas yağ asidi kompozisyonu değişimleri Tablo 4.10.'de verilmiştir. Miristik asit (14:0) miktarına bakıldığında en yüksek değer BY grubu bireylerinde, en düşük değer ise 60SKK grubundaki bireylerinde bulunmuş ve miktarının soya fasülyesi küspesi ve balık yağı yerine bitkisel yağ kaynakları karışımlarının kullanımı ile önemli oranda azaldığı fakat bitkisel yağ kaynakları ile beslenen balıklarda her hangi önemli bir farkın bulunmadığı tespit edilmiştir ($P<0,05$). Diğer bir doymuş yağ asidi olan palmitoleik asit (16:0) miktarına bakıldığında en yüksek değer BY grubundaki bireylerinde bulunmuş ve soya ve bitkisel yağ karışımları içeren yemlerle beslenen balıkların bu yağ asitlerinde az da olsa azalma meydana geldiği ve bu azalmanın 80SKK ve 100SKK gruplarında diğer 60SKK ve BY gruplarındakilere göre istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$). Gruplar arasında oleik asit (18:1n-9) miktarı açısından herhangi bir farklılık tespit edilmemekle birlikte değerler yem ve tüm vücut oleik asit miktarlarından %6-10 arasında daha düşük bulunmuştur. Linoleik asit (18:2n-6) ve α -linolenik asit (18:3n-3) en yüksek 100SKK grubu bireylerde bulunmuştur ve kas dokusu α -linolenik ve linoleik asit değerlerinin artan bitkisel yağ kaynakları karışımlarının balık yağı yerine kullanılması ile arttığı ve bu artışın gruplar arasında istatistiksel açıdan önemlilik gösterdiği tespit edilmiştir ($P<0,05$). 20:3n-3 yağ asiti sınıfı ise en yüksek 80SKK ve 100SKK gruplarındaki balıklardan elde edilen kas dokusunda tespit edilmiş ve 60SKK ve BY grubundan elde edilen değerlerden önemli oranda yüksek olduğu bulunmuştur ($P<0,05$). 20:3n-6 yağ asitinin ise bitkisel yağ karışımları ile beslenen gruptaki balıklardan elde edilen değerlerinin BY grubundan elde edilen değerine göre önemli oranda yüksek olduğu bulunmuştur ($P<0,05$). En yüksek EPA içeriği BY grubu bireylerinde tespit edilsede bitkisel yağ kaynakları karışımları ile beslenen gruplardaki balıklardan elde edilen değerlerin %2,14 ile 2,22 arasında değiştiği ve BY grubuna göre önemli azalmanın sadece 80SKK ve 100SKK gruplarında istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$). DHA miktarı açısından en yüksek değerler 60SKK grubu bireylerinde bulunmuştur.

Tablo 4.10. Kas dokusu yağ asitleri kompozisyonu değerleri (Her değer bir ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. n=3, aynı satırda farklı üst simge ile belirtilen değerler istatistiksel olarak önemli farklılığa sahiptir P<0,05). İstatistiksel fark bulunmayan gruplarda harflendirme yapılmamıştır.

	BAŞLANGIÇ	BY	60SKK	80SKK	100SKK
14:0	2,1 \pm 0,2	2,1 \pm 0,1 ^a	1,2 \pm 0,0 ^b	1,2 \pm 0,1 ^b	1,3 \pm 0,0 ^b
15:0	0,5 \pm 0,0	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
16:0	21,5 \pm 0,3	22,3 \pm 0,7 ^b	21,1 \pm 0,2 ^{bc}	20,4 \pm 0,5 ^{ac}	19,4 \pm 0,1 ^a
17:0	0,7 \pm 0,0	0,6 \pm 0,1	0,9 \pm 0,0	0,6 \pm 0,0	0,6 \pm 0,0
18:0	9,0 \pm 0,4	10,7 \pm 0,3 ^{ab}	12,1 \pm 0,4 ^b	11,6 \pm 0,7 ^{ab}	10,4 \pm 0,6 ^a
16:1n-7	3,6 \pm 0,2	3,0 \pm 0,1	2,0 \pm 0,1 ^a	2,1 \pm 0,2 ^a	2,1 \pm 0,1 ^a
18:1n-9	28,0 \pm 0,3	22,1 \pm 1,1	22,5 \pm 0,7	22,4 \pm 0,6	23,0 \pm 0,8
20:1n-9	2,0 \pm 0,1	2,4 \pm 0,2 ^c	1,6 \pm 0,1 ^b	1,4 \pm 0,0 ^{ab}	1,2 \pm 0,1 ^a
22:1n-9	1,8 \pm 0,1	2,4 \pm 0,1	2,5 \pm 0,7	2,6 \pm 0,0	2,6 \pm 0,1
18:3n-3	2,1 \pm 0,1	1,4 \pm 0,1 ^a	1,7 \pm 0,1 ^b	2,2 \pm 0,1 ^c	2,6 \pm 0,0 ^d
20:3n-3	0,8 \pm 0,0	0,7 \pm 0,0 ^a	0,7 \pm 0,0 ^a	0,8 \pm 0,0 ^b	0,8 \pm 0,0 ^b
20:5n-3	1,5 \pm 0,1	2,6 \pm 0,2 ^b	2,2 \pm 0,2 ^{ab}	2,1 \pm 0,1 ^a	2,1 \pm 0,1 ^a
22:6n-3	9,4 \pm 0,4	12,5 \pm 0,9	12,6 \pm 0,9	11,5 \pm 0,5	11,4 \pm 1,1
18:2n-6	11,9 \pm 0,5	9,9 \pm 0,2 ^a	13,5 \pm 0,5 ^b	15,3 \pm 0,5 ^c	17,0 \pm 0,1 ^d
20:2n-6	1,0 \pm 0,0	1,2 \pm 0,0	1,2 \pm 0,1	1,2 \pm 0,0	1,1 \pm 0,0
20:3n-6	0,7 \pm 0,1	0,5 \pm 0,0 ^a	0,7 \pm 0,0 ^b	0,6 \pm 0,0 ^b	0,6 \pm 0,0 ^b
20:4n-6	0,3 \pm 0,0	0,3 \pm 0,0	0,3 \pm 0,0	0,3 \pm 0,0	0,2 \pm 0,1
ΣSFA	33,7 \pm 0,7	35,8 \pm 1,0 ^{bd}	34,7 \pm 0,7 ^{bc}	33,9 \pm 1,1 ^{ab}	31,7 \pm 0,7 ^a
ΣMUFA	35,4 \pm 0,1	30,0 \pm 1,3	28,5 \pm 1,6	28,5 \pm 0,6	28,8 \pm 0,8
ΣPUFA	27,5 \pm 1,0	29,2 \pm 1,1 ^a	33,2 \pm 1,4 ^b	33,9 \pm 0,5 ^b	35,9 \pm 1,2 ^b
Σ n-3 PUFA	13,8 \pm 0,5	17,2 \pm 1,1	18,0 \pm 1,7	16,6 \pm 0,5	16,9 \pm 1,2
Σn-6 PUFA	13,8 \pm 0,6	12,0 \pm 0,2 ^a	15,2 \pm 0,8 ^b	17,3 \pm 0,5 ^c	19,1 \pm 0,1 ^c
n-3/n-6	1,0 \pm 0,0	1,4 \pm 0,1 ^c	1,18 \pm 0,16 ^{bc}	1,0 \pm 0,1 ^{ab}	0,9 \pm 0,1 ^a

Deneme sonunda alınan balık örneklerinin karaciğer yağ asidi kompozisyonu değişimleri Tablo 4.11.'de verilmiştir. Miristik asit (14:0) miktarına bakıldığında en yüksek değer BY grubu bireylerinde, en düşük değer ise 100SKK grubundaki bireylerinde bulunmuştur ($P<0,05$). Diğer bir doymuş yağ asidi olan palmitoleik asit (16:0) miktarına bakıldığında en yüksek değer başlangıçta alınan örneklerde en düşük değer 100SKK grubundaki bireylerinde bulunmuş ve gruplar arasında karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık vardır ($P<0,05$). Gruplar arasında 18:1n-9 miktarı açısından en yüksek değer 100SKK grubundaki bireylerinde bulunmuştur. Bu yağ asidinin en düşük değerleri ise sırasıyla BAŞLANGIÇ, BY, 80SKK ve 60SKK gruplarındaki bireylerde bulunmuştur ($P<0,05$). Deneme bireylerinin tüm vücutlarındaki 18:2n-6 en yüksek 100SKK'da bulunmuş ve bitkisel yağ kaynakları kullanım miktarının artması ile artma eğiliminde olduğu saptanmıştır. 18:3n-3 en yüksek 60SKK grubundaki bireylerde bulunmuştur ($P<0,05$). Karaciğer yağ asitleri sınıfları içerisinde 20:3n-3 yağ asiti miktarı balık yağı değiştirilme oranı ile önemli oranda artış göstermiş ve 80SKK ve 100SKK gruplarından elde edilen değerler istatistiksel açıdan diğer deneme gruplarındaki değerlerden önemli oranda yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). 18:3n-6 ve 20:3n-6 yağ asitleri sınıfları ise BY grubunda tespit edilemezken diğer gruplar arasında her ne kadar istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olmasada oluştukları tespit edilmiştir. En yüksek EPA içeriği BY grubu bireylerinde tespit edilirken soya fasülyesi küspesi ve bitkisel yağ karışımları ile beslenen diğer gruplarda bu yağ asiti miktarının BY grubuna göre önemli oranda azaldığı ($P<0,05$) ve azalmanın balık yağı değiştirilme oranı ile arttığı bulunmuştur (Tablo 4.11.). DHA miktarı açısından da aynı eğilim gözlemlenmiş ve yine yüksek değerler BY grubu bireylerinde bulunmuştur ve artan yağ kaynakları karışımının karaciğer DHA miktarını önemli oranda azalttığı özellikle 60SKK ve 100SKK grupları arasında önemli istatistiki farklılık tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Tablo 4.11. Karaciğer dokusu yağ asitleri kompozisyonu değerleri (Her değer bir ortalama \pm standart sapmayı ifade etmektedir. $n=3$, aynı satırda farklı üst simge ile belirtilen değerler istatistiksel olarak önemli farklılığa sahiptir $P<0.05$). İstatistiksel fark bulunmayan gruplarda harflendirme yapılmamıştır.

	BAŞLANGIÇ	BY	60SKK	80SKK	100SKK
14:0	2,4 \pm 0,2	3,7 \pm 0,0 ^c	2,5 \pm 0,1 ^b	2,2 \pm 0,0 ^a	2,1 \pm 0,0 ^a
15:0	0,6 \pm 0,0	0,3 \pm 0,2 ^{ad}	0,5 \pm 0,0 ^c	0,4 \pm 0,0 ^d	0,4 \pm 0,0 ^a
16:0	23,4 \pm 0,7	19,2 \pm 0,2 ^c	16,0 \pm 0,0 ^b	15,2 \pm 0,2 ^{ab}	14,5 \pm 0,0 ^a
17:0	0,9 \pm 0,0	0,6 \pm 0,0 ^b	0,6 \pm 0,0 ^b	0,6 \pm 0,0 ^b	0,5 \pm 0,0 ^a
18:0	9,6 \pm 0,0	8,4 \pm 0,2 ^c	5,8 \pm 0,2 ^a	6,4 \pm 0,1 ^b	6,1 \pm 0,2 ^{ab}
20:0	0,5 \pm 0,0	Tespit Edilemedi	0,3 \pm 0,0	0,4 \pm 0,0	0,4 \pm 0,0
16:1n-7	4,9 \pm 0,2	5,4 \pm 0,0 ^c	5,6 \pm 0,1 ^c	5,2 \pm 0,0 ^b	4,6 \pm 0,1 ^a
17:1n-7	0,6 \pm 0,0	0,6 \pm 0,0 ^a	0,7 \pm 0,0 ^b	0,6 \pm 0,0 ^b	0,6 \pm 0,0 ^a
18:1n-9	31,6 \pm 0,2	36,9 \pm 0,1 ^b	38,0 \pm 0,3 ^c	37,6 \pm 0,1 ^c	39,0 \pm 0,2 ^d
20:1n-9	1,6 \pm 0,0	1,6 \pm 0,0 ^a	1,9 \pm 0,0 ^b	3,2 \pm 0,0 ^c	3,5 \pm 0,1 ^d
22:1n-9	1,1 \pm 0,1	1,0 \pm 0,0 ^c	0,6 \pm 0,0 ^{ab}	0,6 \pm 0,0 ^b	0,5 \pm 0,0 ^a
24:1n-9	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	0,2 \pm 0,0	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
18:3n-3	2,7 \pm 0,0	2,9 \pm 0,0 ^c	2,9 \pm 0,0 ^c	1,8 \pm 0,0 ^b	1,7 \pm 0,0 ^a
20:3n-3	0,8 \pm 0,0	0,7 \pm 0,0 ^a	0,7 \pm 0,0 ^a	0,8 \pm 0,0 ^b	0,8 \pm 0,0 ^c
20:5n-3	0,5 \pm 0,0	0,7 \pm 0,0 ^c	0,4 \pm 0,0 ^b	0,4 \pm 0,0 ^a	0,3 \pm 0,0 ^a
22:6n-3	5,2 \pm 0,6	5,7 \pm 0,2 ^c	2,5 \pm 0,1 ^b	2,0 \pm 0,1 ^{ab}	1,7 \pm 0,1 ^a
18:2n-6	Tespit Edilemedi	9,6 \pm 0,1 ^a	17,9 \pm 0,2 ^b	20,2 \pm 0,0 ^c	20,7 \pm 0,2 ^c
20:2n-6	1,1 \pm 0,1	0,8 \pm 0,0 ^a	0,9 \pm 0,0 ^b	1,0 \pm 0,0 ^c	1,0 \pm 0,0 ^d
18:3n-6	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	0,5 \pm 0,0	0,4 \pm 0,0	0,4 \pm 0,0
20:3n-6	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	0,4 \pm 0,0	0,3 \pm 0,0	0,4 \pm 0,0
20:4n-6	0,2 \pm 0,1	0,2 \pm 0,0 ^a	0,3 \pm 0,0 ^b	0,3 \pm 0,0 ^b	0,3 \pm 0,1 ^b
ΣSFA	37,3 \pm 1,0	32,2 \pm 0,3 ^c	25,5 \pm 0,4 ^b	25,1 \pm 0,3 ^{ab}	23,9 \pm 0,3 ^a
ΣMUFA	39,7 \pm 0,2	45,5 \pm 0,1 ^b	46,9 \pm 0,4 ^c	47,2 \pm 0,2 ^c	48,2 \pm 0,0 ^d
ΣPUFA	19,0 \pm 1,1	20,6 \pm 0,1 ^a	26,3 \pm 0,1 ^b	27,1 \pm 0,1 ^b	27,4 \pm 0,2 ^b
Σ n-3 PUFA	6,3 \pm 0,9	9,9 \pm 0,2 ^b	6,5 \pm 0,0 ^a	5,0 \pm 0,1 ^c	4,6 \pm 0,1 ^c
Σn-6 PUFA	12,6 \pm 0,2	10,7 \pm 0,1 ^a	19,8 \pm 0,2 ^c	22,1 \pm 0,0 ^d	22,8 \pm 0,12 ^e
n-3/n-6	0,5 \pm 0,1	0,9 \pm 0,0 ^c	0,3 \pm 0,0 ^b	0,2 \pm 0,0 ^a	0,2 \pm 0,0 ^a

5. TARTIŞMA

Deneme sonunda balıklar başlangıç canlı ağırlıklarının iki katına ulaşmışlar ve ulaşılan son ağırlık açısından deneme grupları arasında istatistiksel açıdan herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır. Ticari tilapya yemlerinde balık unu ve yağı halen formülasyonların sırasıyla %20 ve %5 kadarını oluşturmakla birlikte soya fasulyesi küspesi diğer bitkisel kaynaklı proteinlere göre içerdiği dengeli esansiyel amino asit kompozisyonu nedeniyle yüksek miktarlarda kullanılabilir [20,57]. Nil Tilapyası ile bundan önce gerçekleştirilen çalışmalarda çeşitli alternatif bitkisel ve hayvansal protein kaynaklarının bireysel veya karışımlarının belli oranlarda veya tamamının balık unu yerine kullanıldığı ve genel gelişme parametrelerinde herhangi bir olumsuzluğa neden olmadığına işaret edilmiştir [20,50,58]. Bununla birlikte, yetiştiriciliği yapılan önemli türlerde alternatif protein ve yağ kaynaklarının beraber kullanımlarının büyüme ve beslenme fizyolojisi üzerine etkilerini anlamaya yönelik çalışmalara [27,39,59,60] son yıllarda hız verilmekle birlikte, tilapya türlerinde bu gibi çalışmaların yeterli olmadığı görülmektedir. Bu çalışmada genç tilapya balıklarının formülasyonlarında daha iyi bir büyüme ve gelişme performansı gösterebilmeleri için yemler, Thompson ve ark. tarafından bulunan minimum 200 g Balık Unu/kg yem miktarı temel alınarak hazırlanmıştır [61]. SBO, YEO ve PEO gibi büyüme parametrelerinde gruplar arasında herhangi bir istatistiksel farklılığın görülmemesi deneme yemlerinin yetiştiricilik koşullarında Nil Tilapyasının besin maddeleri ihtiyaçlarını karşılandığını gösterirken artan bitkisel yağ kaynakları karışımının, her ne kadar gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmasada, HSI değerinde artmaya neden olduğu saptanmıştır (Tablo 4.4.). Buna ek olarak bu denemeden elde edilen büyüme verileri özellikle soya fasulyesi küspesi ve bitkisel yağ kaynakları karışımlarının kullanıldığı gruplardaki balıkların tüm vücut ve kas dokusu esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit değerlerinin birçoğunda kontrol grubundaki balıklara göre artış görüldüğü dikkate alındığında Nil Tilapya balıklarının yemlere NRC'de belirtilen genç Nil Tilapya balıklarının esansiyel amino asit ihtiyaçları göz önüne alınarak dışarıdan eklenen L-lizin ve DL-metiyonini etkin bir şekilde kullandıklarını göstermektedir [52]. Amino asit kompozisyonlarının dengesizliği yanında hemen hemen bütün bitkisel kaynaklı proteinler proteaz inhibitörleri (örneğin soya ürünlerindeki tripsin inhibitörü gibi), lektinler, fitik asit, saponin, anti-vitamin etkenleri ve yüksek oranda nişasta tabiatında olmayan polisakkarit ve oligosakkaritler gibi diğer önemli anti-besleme faktörlerine (ANF) sahiptirler [20]. Bu nedenle bu çalışmada kullanılan soya fasulyesi küspesinin ANF lerinin birim yem miktarında kabul edilebilir oranlarda kalması (her ne kadar ölçülmemiş olsada) ve dengeli esansiyel yağ asitleri kompozisyonları da gruplar arasında büyüme parametreleri açısından farklılığın görülmemesinde açıklayıcı olabilir.

Soya fasülyesi ürünlerinin balık unu yerine büyümeyi engellemeden tilapya ve diğer yetiştiriciliği yapılan önemli balık türlerinin yem formülasyonlarında kullanıldığı belirtilmiştir. Ancak temel anti besleme faktörlerinden sayılan esansiyel amino asit kompozisyon dengesizliklerinin giderilmesi amacıyla özellikle dışarıdan sentetik amino asitlerden L-lizin, DL-metiyonin ve L-treonin ve taurin eklenmesi ile mümkün olabileceği önceki çalışmalarla gösterilmiştir [20,27,49,57,58,62-66]. Benzer şekilde genç Nil Tilapyaalarında (5,3 g ortalama ağırlığa sahip) yem ham protein seviyesinin yaklaşık %85 inin soya fasülyesi küspesinden karşılandığı ve esansiyel amino asitlerden L-lizin, DL-metiyonin ve L-treonin ile (ideal protein kavramı dikkate alınarak Nil Tilapyaaları karkas amino asit profillerini taklit edecek şekilde katılım esasına göre) veya di kalsiyum fosfat ile desteklenen veya desteklenmeyen şekilde hazırlanan deneme yemleri ile 85 günlük büyüme performansı parametrelerini incelemişlerdir. Deneme sonunda sadece dikalsiyum fosfat ve esansiyel amino asitler (L-lizin, DL-metiyonin ve L-treonin) ile desteklenen yem ile beslenen gruptaki balıkların büyüme performansı, tüm vücut besin bileşenleri ve karkas verimi açısından balık unu içeren kontrol yemi ile beslenen gruptaki balıklardan elde edilen değerler seviyelerinde gerçekleştiği bildirilmiştir [49]. Sonuç olarak ANF lere yönelik tedbirler alınarak ve yem esansiyel amino asit kompozisyonlarının düzeltilmesi koşuluyla Nil Tilapyaalarında bitkisel kaynaklı proteinlerin balık unu yerine tamamiyle kullanılabileceği belirtilmiştir [49]. Hibrid tilapyaalarını (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mossambicus*) artan oranlarda DL-metiyonin (1,2-6,0 g.kg⁻¹ yem oranlarında) ile birlikte sabit miktarlarda L-lizin (3,8 g.kg⁻¹ yem) ve L-treonin (0,6 g.kg⁻¹ yem) katkısıyla desteklenen ve kontrol yemi balık unu miktarının % 93'ünün soya fasülyesi unu ile değiştirildiği yemlerle beslenmişlerdir. Özellikle L-lizin ve genel olarak protein oluşturma etkinliklerinin en azından balık unu içeren kontrol yemi ile beslenenlerdeki kadar veya daha üstün ve bununda soya unları ile beslenmede bu türde metiyoninin birincil sınırlandırıcı esansiyel amino asit olabileceği bildirilmiştir [65]. Nil Tilapyasında balık unu içermeyen ticari yem formülasyonlarının olabirliğini test ettikleri çalışmalarında TYU (Tavukçuluk Yan Sanayi Unu) : SFU (Soya Fasülyesi Unu) yem içeriklerinin 1,22:1,35 oranlarında ve TYU ve SFU'nun toplam yem içeriklerinin sırasıyla %30 ve %20'sini temsil ettiği ve dışarıdan lizin, metiyonin ve taurin ile desteklenerek hazırlanan yemin en iyi büyüme performansı ve büyüme parametrelerini elde ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca formülasyonlarında öngörülen ideal amino asit profillerinden sapmanın bu profili tutturabilmek için kullanılan yem protein kaynaklarının kombinasyonlardaki miktarlarından daha önemli bir konu olduğu kanısına varmışlardır [58]. Farklı türlerle yapılan aynı yönlü çalışmalarda, özellikle soğuk su karnivor türlerinden salmonidlerde, dışarıdan yemlere serbest amino asit katkısının, bitkisel kaynaklı proteinlerin (örneğin soya fasülyesi unu ve malt protein unları gibi) sindirilmelerindeki gecikmeden dolayı

protein sentezinde etkin kullanılmadıkları gösterilmiş ve etkin kullanımlarının türlere ve su sıcaklığına bağlı olarak değişebileceği kanısına varmışlardır [67-69].

Yemlerinde soya fasülyesi küspesi ve artan oranlarda bitkisel yağ karışımları içeren yemler ile beslenen tilapyaaların (60SKK, 80SKK ve 100SKK grupları) tüm vücut ve kas dokusu besin bileşenlerine bakıldığında (Tablo 4.5. ve Tablo 4.7.) ham protein miktarlarının istatistiksel olarak önemli olmasada balık unu ve yağı ile beslenen gruptaki balıklara (BY) göre artış eğiliminde olduğu buna karşılık ham yağ miktarlarının ise özellikle kas dokusunda önemli oranda azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.7.). Öncelikle bu sonuçlar tüm vücut ve kas dokusu esansiyel amino asit kompozisyonlarında dikkate alındığında, L-lizin ve DL-metiyonin ile desteklenen soya fasülyesi küspesi içeren yemlerle beslenen gruptaki balıkların normal bir büyüme ve gelişme için ihtiyaç duydukları esansiyel amino asitleri dengeli bir şekilde karşılayabildiklerini göstermektedir. Ayrıca kullanılan yem ham yağ miktarının ve bitkisel yağ kaynakları ile (soya ve keten tohumu yağları) sağlanan 18:3n-3 ve 18:2n-6 yağ asitlerinin Nil Tilapyaaları tarafından öncelikli olarak enerji sağlamak üzere β -oksidasyona uğratıldıkları ve bu sayede proteinden ekonomi yaptırılabilirdiği anlaşılmaktadır (detaylar için bkz. takip eden paragraflar) [70-74].

Deneme sonunda tüm vücut, kas ve karaciğer dokusu yağ asitleri kompozisyonları tüm gruplarda bazı yağ asitleri sınıfları hariç yem yağ asitleri kompozisyonları ile benzerlik göstermiştir. Daha önce Nil Tilapyaaları ve diğer yetiştiriciliği yapılan önemli türlerle yapılan çalışmalarda da yemlerde balık yağı yerine artan oranlarda veya tamamiyle bitkisel yağ kaynakları kullanımının özellikle kas dokusu yağ asitleri kompozisyonlarına birebir yansıdığı gösterilmiştir [16,34,42,50,75]. Soya yağı ticari Nil Tilapya karma yem formülasyonlarında standart bir şekilde kullanılmasına rağmen diğer linoleik, linolenik ve oleik asitçe zengin bitkisel yağ kaynaklarının (ayçiçek tohumu, mısır, kanola ve keten tohumu yağları) bireysel veya karışımlarının bu türde büyüme ve doku yağ asitleri kompozisyonu ve metabolizması üzerine yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu türde yapılan daha önceki çalışmalarla 18:2n-6' ce zengin bitkisel yağların (soya, mısır ve ayçiçek tohumu yağları) büyüme ve gelişmede 18:3n-3' ce zengin bitkisel yağlara göre daha etkin oldukları ve kaliteli yağ kaynakları olarak değerlendirilmişlerdir [76,77]. Bununla birlikte tilapyaalar dahil bütün tatlı su balıklarının C₁₈ PUFA' ları (18:2n-6 ve 18:3n-3 yağ asitleri) zincirde uzatma ve karbon atomları arasındaki çift bağ sayılarını (doymamışlık oranı) artırmada rol alan enzimlere sahip oldukları ve bu dönüşümün deniz balıkları türlerine göre çok daha etkin olduğu düşünüldüğünde, bu çalışma sonucunda 60SKK, 80SKK ve 100SKK gruplarındaki balıklardan elde edilen tüm vücut ve doku örnekleri yağ asitleri kompozisyonlarında BY grubuna göre 18:3n-6 ve 20:3n-6 yağ asitleri sınıflarının önemli oranda yüksek bulunması 18:2n-6'nın 20:4n-6 yağ asidine biyoçevrim mekanizmasının aktive edildiğinin kanıtı olabilir. Benzer sonuçlar Nil Tilapyaaları ve diğer

tilapya türlerinde (mavi tilapya, *Oreochromis aureus* ve kırmızı karınlı tilapya *Tilapia zillii*) yemlere katılan linoleik ve α -linolenik asit takviyelerinin yapılması veya balıklara ^{14}C ile etiketlenmiş yağ asitlerinin enjeksiyonu yoluyla gösterilmiştir [14,78-80]. Nil Tilapyaalarında toplam hepatik desaturasyon aktivitesinin balık yağı içeren yemlerle beslenen balıklara göre bitkisel yağ kaynakları temelli yemlerle beslenen balıklarda iki kat daha fazla olduğunu ve rol alan enzimlerin Nil Tilapyaalarında her zaman mevcut olduğunu fakat aktivitelerinin LC-PUFA lar tarafından inhibe edilebileceğini belirtmişlerdir [79]. Bu çalışmada Nil Tilapyaaların 18:3n-3 den 22:6n-3'e biyoçevrim mekanizmasında rol alan elongasyon ve desaturasyon enzimlerini aktive edemediği ara metabolitlerinden 20:3n-3 bütün gruplarda aynı düzeyde ölçülmesi ile ortaya çıkmakla birlikte bu durumun n-3 LC PUFA ihtiyaçlarının soya ve bitkisel yağ karışımları ile beslenen gruplarda da balık unu yağı tarafından karşılandığı anlaşılmaktadır. Yapılan bir çalışmada kazein ve jelatin bazlı yemler kullanılarak balık yağı tamamıyla zeytin, ayçiçek, keten ve palmye yağı türevleri karışımından oluşan bitkisel yağ kaynakları ile değiştirilmiş ve genetik olarak iyileştirilen Nil Tilapyaaları ve melez tilapyalarda bitkisel yağ karışımları ile beslenen tilapyaaların balık yağı ile beslenen gruba göre önemli oranda yüksek n-6 ve n-3 LC PUFA içerdiklerini bulmuşlardır [79]. Ayrıca çalışmanın daha etkin bir 18:2n-6 dan n-6 LC-PUFA çevirimini göstermesi özellikle tilapyalarda yağ asitleri metabolizmasının sadece bitkisel yağ karışımları ile beslenildiğinde yemdeki n-6 LC-PUFA eksikliğini ihtiyaçların karşılanması açısından kapatabildiklerini göstermiştir [79]. Bu çalışma balık unu kullanılarak yürütülmüş olsada düşük yağ oranına sahip olması (% 8) ve yem toplam ham yağ miktarının yaklaşık % 10 civarında olması üst limitlerde değişimin uygulanması nedeniyle Nil Tilapyaalarında 18:2n-6 dan n-6 LC-PUFA biyoçevrim kapasitesinin yukarıda anlatılan çalışmadaki kadar etkin olmasada mekanizmanın aktive edilebildiği anlaşılmaktadır.

Diğer türlerde ve tilapyalarda yapılan önceki çalışmalarda da gösterildiği gibi bu çalışmada balık yağı yerine bitkisel yağ kaynakları karışımlarının kullanımı tilapya tüm vücut ve dokularında özellikle 20:5n-3 miktarlarında yemdeki miktarlarına bağlı bir azalma görülürken, 22:6n-3' ün daha çok depo edildiği saptanmıştır [14,42,73,75]. Benzer sonuçlar balık yağı yerine artan oranlarda keten tohumu yağı kullanılarak [75] gerçekleştirilen çalışma ile de gösterilmiş olup genetik olarak iyileştirilen Nil Tilapyaaları (GIFT) dorsal kas dokularında EPA seviyelerinde balık yağı ile beslenen gruba göre azalma bulunmuştur. Tilapya türlerinde daha önceki çalışmalarla da gösterildiği üzere, EPA nın β -oksidasyonda DHA' ya göre seçilerek substrat olarak daha sıklıkla kullanıldığı veya DHA ya biyoçevrim ile dönüştürülebileceği anlaşılmaktadır [16]. Deneme sonunda balık tüm vücut ve kas dokusu örneklerinde, yem yağ asitleri ile karşılaştırıldığında yüksek oranda SFA ve MUFA yağ asitleri tespit edilmiştir. GIFT ve kırmızı melez tilapyalarda da gösterdiği gibi bu durum [14], her ne kadar bu çalışmada yağ asitleri metabolizmasının detaylandırılması amacıyla tüm vücut yağ asitleri denge metodu

kullanılmamışsada, tilapyaların *ex novo* üretim yoluyla (liponeogenez) SFA ve MUFA üretimi yaptıklarını işaret etmektedir. Lipogenez yoluyla SFA ve MUFA yağ asitlerinde artış görülmesi bu yağ asitlerinin yemlerdeki oranlarının yetersiz olduğu ve lipogenez için harcanan metabolik enerjide göz önüne alındığında yemlere yüksek oranlarda bu yağ asitlerinin katılmasının balıklarda büyüme ve yemden yararlanma etkinliğinin artırılacağı rapor edilmiştir [14]. Bununla birlikte birçok yetiştiriciliği yapılan balık türlerinde SFA ve MUFA ların mitokondrial β -oksidasyon yoluyla enerji sağlamada tercih edilen yağ asitleri sınıfları oldukları ve özellikle bu yağ asitlerince zengin bitkisel yağlar ve karışımlarının (örneğin kanola yağı gibi) kullanılması ile yem etkinlik oranının önemli oranda artırılacağı belirtilmektedir [37,46,72,73,78].

Sonuç olarak bu çalışmada, daha önce tilapyalarda denenmemiş bitkisel yağ kaynaklarından kanola yağının da bulunduğu ve EPA ve DHA hariç balık yağı temel yağ asitleri sınıflarını taklit edecek bitkisel yağ karışımının (soya+kanola+keten yağları) yem toplam ham protein miktarının %50'sinin soya fasülyesi küspesinden karşılandığı yemlerde % 60, 80 ve 100 oranlarında balık yağı yerine kullanıldığında büyümede herhangi bir gerilemeye ve balık yağ asitleri kompozisyonlarında n-3/n-6 PUFA oranlarında (özellikle kas dokusunda) azalmaya neden olmayacağı bulunmuştur. Bu türde, yağ asitleri metabolizmasının özellikle tüm vücut toplam yağ asitleri bütçesi ve toplam yağ asitleri β -oksidasyon yöntemleri kullanılarak n-3 veya n-6 LC-PUFA sentezi kapasitelerinin ($\Delta 5$, $\Delta 6$ elongasyon ve desaturasyon kabiliyetlerinin) farklı sürdürülebilir protein ve yağ kaynakları (ucuz, bol ve insan tüketimi ile çakışmayan) kullanılarak hazırlanan formülasyonlar ile detaylandırılması sürdürülebilir yetiştiricilik çabalarına büyük katkı sağlayabilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Deneme sonunda büyüme performansı açısından gruplar arasında önemli bir istatistiksel farklılık görülmemekle birlikte canlı ağırlık artışı BY grubundaki bireylerde, spesifik büyüme oranının ise 100SKK grubundaki bireylerinde, en düşük canlı ağırlık kazancının ise 80 SKK grubu bireylerinde olduğu bulunmuştur.

Denemede, yem etkinlik oranı, spesifik büyüme oranı, protein etkinlik oranı açısından gruplar arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır.

Tüm vücut ve doku esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit kompozisyonları, soya ve artan oranda bitkisel yağ karışımları ile beslenen gruplardaki balıklarda çoğunlukla artış eğilimi gösterirken, bu yemlere ayrıca yapılan L-lizin ve DL-metiyonin katkısının büyümeye yönelik etkin bir şekilde kullanıldığını ifade etmektedir. Bu yüzden ideal protein konseptinin bu türde dışarıdan eklenen sentetik amino asitler ile uygulanabileceği ve ileriye yönelik alternatif protein ve yağ kaynaklarının tamamıyla balık unu ve yağı yerine kullanılabilmesine imkân sağlayabileceği kanısı oluşmaktadır.

Önemli oranda olmasada tüm vücut ve kas dokusu ham protein miktarları BY grubuna göre 60SKK, 80SKK ve 100SKK gruplarında artma eğiliminde iken ham yağ miktarları bu gruplardaki balıklardan elde edilen kas dokusu örneklerinde önemli oranda azalma göstermiştir. n-3/n-6 oranlarında önemli azalmaya neden olmadan kas dokusu yağ asitleri kompozisyonlarının soya ve bitkisel yağ karışımları ile beslenen gruplarda korunabileceği (özellikle kalp sağlığı için önemli omega-3 yağ asitleri miktarları bakımından) ve daha az yağlı balık eti üretiminin sağlanabileceği anlaşılmaktadır.

Tüm vücut yağ asitleri açısından linoleik asit miktarına bakıldığı zaman en yüksek değerlerin 100SKK grubundaki bireylerde, en düşük değerlerin BY, 60 SKK ve 80 SKK grubundaki bireylerde olduğu bulunmuştur. α -linolenik asit miktarına bakıldığında en yüksek değerlerin BY grubundaki bireylerde, en düşük değerlerin 100 SKK, 80SKK, 60SKK grubu bireylerinde olduğu belirlenmiştir. BY grubu bireylerinde EPA miktarı, diğer gruplardan elde edilen değerlerine göre istatistiksel açıdan önemli oranda yüksek bulunmuş buna karşın DHA miktarları gruplar arasında farklılık göstermemiştir. Kas dokusu örneklerinde de EPA ve DHA miktarları tüm vücut örneklerindeki miktarlara benzer bir eğilim göstermekle birlikte karaciğer dokusu DHA miktarlarının soya ve artan oranda bitkisel yağ karışımları ile beslenen gruplarda önemli oranda azaldığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar neticesinde Nil Tilapya'nın EPA yağ asitlerini enerji sağlamada kullandığı ve DHA ları ise direk hücre yüzeylerinde depolamayı (bu deneme koşullarında) tercih ettiklerini göstermektedir. Ayrıca bu deneme koşullarında soya ve bitkisel yağ karışımları ile beslenen gruplardaki Nil Tilapya'nın tüm vücut ve doku örnekleri

yağ asitleri kompozisyonlarında n-6 LC-PUFA biyosentez metabolizması ara metabolitlerinden 18:3n-6 ve 20:3n-6 yağ asitleri BY grubuna göre önemli oranda yüksek bulunmuş ve $\Delta 5$ ve $\Delta 6$ yağ zinciri uzatma ve doymamışlaştırma enzimlerinin aktif hale geçirilebildiği düşünülebilir. Yine bu veriler göz önünde bulundurulduğunda, tüm vücut ve doku n-3/n-6 oranlarında anormal değişikliklere ve büyümede herhangi bir olumsuzluğa neden olmamalarından dolayı kullanılan yağ kaynakları karışımlarının (soya, kanola ve keten yağları) bu türde formülasyonlarda saf balık yağı yerine % 60, 80 ve 100 oranlarında kullanılabilceği anlaşılmaktadır. Bu yağ kaynakları kullanılarak gelecekte yapılacak çalışmalarla yağ asitleri metabolizmasının detaylı olarak incelenmesi bu türde balık yağı ve unu içermeyen formülasyonların önünü açabilecektir.

Her şeyden önce bu deneme ile Nil Tilapyarı yemlerinde balık yağı yerine bütünüyle ucuz bitkisel kaynaklı yağlardan soya, kanola ve keten tohumu yağları karışımının kullanılabilirliği gösterilmeye çalışılmıştır. Balık unu ve yağı balık yemlerinde en fazla kullanılan protein ve yağ kaynakları olup üretimi doğadan yakalanan balıklardan yapıldığı için üretimi ve birim fiyatında yıldan yıla büyük dalgalanmalar görülmektedir. Bu bağlamda balık yağı ile karşılaştırıldığında büyüme ve vücut besin bileşenleri ve yağ asitleri kompozisyonunda önemli bir farklılığa neden olmayacak bitkisel kaynaklı yağların Nil Tilapyarı yemlerinde kullanımı karma yem üretim maliyetlerinin ve dolayısıyla da birim tilapya üretim maliyetinin ve pazar fiyatının düşmesine neden olacaktır. Üretim maliyetinin azaltılması ayrıca tilapya üretiminin özellikle Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde gelişmesine ve bölgenin taze bol ve ucuz olarak bulmakta zorluk çektiği deniz balıklarına alternatif ucuz bir protein kaynağı olarak ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu sayede yöre insanı için geleneksel tarım üretimine alternatif bir üretim dalının gelişmesi ve buna bağlı olarak da işsizliğin azaltılmasında önemli adımlar atılabilecektir.

KAYNAKLAR

- [1]. Food and Agriculture Organization (FAO), Faostat. Rome. <http://faostat.fao.org/default.aspx> (2014).
- [2]. Bureau, D.P., *Essential Rendering, All About The Animal By-Products Industry*. Kirby Lithographic Company: Virginia., 2006, pp 179-195.
- [3]. Wee, K. L., S. W. Shu., The nutritive value of boiled full-fat soybean in pelleted feed for Nile tilapia. *Aquaculture* 1989, 81, 303-314.
- [4]. Shiau, S.Y., Tilapia, *Oreochromis spp.*, *Nutrient Requirement and Feeding for Aquaculture*. Eds. Webster, C.D., Lim, C., CAB International: Wallingford, UK, 2002; pp. 273-293.
- [5]. Nguyen, T.N., Davis, D.A., Re-evaluation of total sulphur amino acid requirement and determination of replacement value of cystine for methionine in semi-purified diets of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Nutrition* 2008, 15, 247-253.
- [6]. Uysal, N., Bekcan, S., Tilapya Balığı (*Oreochromis niloticus* L.) Yavrularının Balık Unu Yerine Farklı Oranlarda Soya Unu İlave Edilen Yemlerle Beslenmesinin Büyüme Parametrelerine Etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 2006, 12,(1), 93-100.
- [7]. Abel, H., Becker, K., Meske, C., Friedrich, W., Possibilities of Using Heat-treated Full-fat Soybean in Carp Feeding. *Aquaculture* 1984, 42, 97-108.
- [8]. Storebakken, T., Shearer, K.D., Roem, A.J., Growth, uptake and retention of nitrogen and phosphorus and absorption of other minerals in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with fish meal and soy protein concentrate as the main sources of protein. *Aquaculture Nutrition* 2000, 6, 103-108.
- [9]. Collins, S.A., Desai, A.R., Mansfield, G.S., Hill, J.E., Van Kessel, A.G., Drew, M. D., The effects of increasing inclusion rates of soy bean, pea and canola meals and their protein concentrates on the growth of rainbow trout: concepts in diet formulation and experimental design for ingredient evaluation. *Aquaculture* 2012, 344, 90-99.
- [10]. Hardy, R.W., Fish meal prices drive changes in fish feed formulations. *Aquaculture Magazine* 2006, 32, 28-31.
- [11]. Tacon, A.G.J., Metian, M., Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. *Aquaculture* 2008, 285, 146-158.
- [12]. Morris, T. C., Samocha, T. M., David, D. A., Fox, J. M., Cholesterol supplements for *Litopenaeus vannamei* reared on plant based diets in the presence of natural productivity. *Aquaculture* 2011, 314, 140-144.
- [13]. Jackson, A. J., Capper, B. S. and Matty, A. J., Evaluation of some plant proteins in complete diets of the tilapia *Sarotherodon mossambicus*. *Aquaculture* 1982, 27, 97-109.

- [14]. Teoh, C.Y., Turchini, G.W., Ng, W.K., Genetically improved farmed Nile Tilapia and red hybrid tilapia showed differences in fatty acid metabolism when fed diets with added fish oil or a vegetable oil blend. *Aquaculture* 2011, 312, 126-136.
- [15]. Bahurniz, O.M., Ng, W.K., Effect of dietary palm oil source on growth tissue fatty acid composition and nutrient digestibility of red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp. Raised from stocking to marketable size. *Aquaculture* 2007, 261, 382-392.
- [16]. Karapanagiotidis, I.T., Bell, M.V., Little, D.C., Yakupitiyage, A., Replacement of dietary fish oils by alpha-linolenic acid rich oils lowers omega-3 content in tilapia flesh. *Lipids* 2007, 42, 547-559.
- [17]. Kanazawa, A., Teshima, S., Sakamoto, M., Awal, M.A., Requirement of *Tilapia zilli* for essential fatty acids. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 1980, 46, 1353-1356.
- [18]. Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., Troell, M., Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 2000, 405, 1017-1024.
- [19]. Fontainhas-Fernandes, A., E. Gomes, M. A. Reis-Henriques, J. Coimbra., Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of Nile tilapia: digestibility and growth performance. *Aquaculture International* 1999, 7, 57-67.
- [20]. Webster, C.D., Rawles, S.D., Koch, J.F., Thompson, K.R., Kobayashi, Y., Gannam, A.L., Twibel, R.G., Hyde, N.M., Bio-Ag reutilization of distiller's dried grains with solubles (DDGS) as a substrate for black soldier fly larvae *Hermetia illucens* along with poultry by-product meal and soybean meal as total replacement of fish meal in diets for Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquacult. Nutr.* 2016, 22, 976-988.
- [21]. Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G.S., Krogdahl, A., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., Souza, E.J., Stone, D., Wilson, R. and Wurtele, E., Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research* 2007, 38, 551-579.
- [22]. Ferrera D.S., De Araujo F.G., Costa D.V., Rosap. P.V., Figueiredo H.C.P., Murgas, L.D.S., Influence of dietary oil source on muscle composition and plasma lipoprotein concentrations in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *J. World Aquacult. Soc.* 2011, 42, 24-33.
- [23]. Sanz, A., Morales, A. E. Higuera, M. and Cardenete, G., Sunflower meal compared with soybean meal as partial substitutes for fish meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets: protein and energy utilization. *Aquaculture* 1994, 128, 287-300.
- [24]. Gomes, E.F., Rema, P., Kaushik, S.J., Replacement of fish meal by plant proteins in the diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 1995, 130, 177-186.

- [25]. Cheng, Z.J., Hardy, R.W., Effect of microbial phytase on apparent nutrient digestibility of barley, canola meal, wheat and wheat middlings, measured in vivo using rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition* 2002, 8, 271- 277.
- [26]. Glencross, B.D., Turchini, G.M., *Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds*, CRC- Press: London, 2010; pp. 373-404.
- [27]. Pratoomyot, J., Bendiksen, E.A., Bell, J.G. & Tocher, D.R., Effect of increasing replacement of dietary fish meal with plant protein sources on growth performance and body lipid composition of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 2010, 350, 124-132.
- [28]. Tocher, D.R., Dick, J.R., Polyunsaturated fatty acid metabolism in a cell culture model of essential fatty acid deficiency in a freshwater fish carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Physiol. and Biochem.* 1999, 21, 257-267.
- [29]. Kaushik, S.J., Nutrient Requirements and feeding of finfish for aquaculture. *Eds. C.D. Webster and C.E. Lim. CABI Publishing* 2004; p 411.
- [30]. Richard, N., Mourente, G., Kaushik, S., Corraze, G., Replacement of a large portion of fish oil by vegetable oils does not affect lipogenesis, lipid transport and tissue lipid uptake in European seabass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture* 2006, 261, 1077-1087.
- [31]. Torstensen, B.E., Bell, J.G., Roselund, G., Henderson, R.J., Graff, I.E., Tocher, D.R., Lie, O., Sargent, J.R., Tailoring of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) flesh lipid composition and sensory quality by replacing fish oil with a vegetable oil blend. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2005, 53, 10166-10178.
- [32]. Bell, J.G., Koppe, W., *Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds*, CRC Press : London, 2011; pp. 21-60.
- [33]. Bell, J.G., Mcevoy, J., Tocher, D.R., Mcghee, F., Campbell, P.J. and Sargent, J.R., Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) affects tissue compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. *Journal of Nutrition* 2000, 131, 1535-1543.
- [34]. Montero, D., Robania, L., Caballero, M.J., Gines, R. and Izquierdo M.S., Growth, feed utilization and flesh quality of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containing vegetable oil: A timecourse study on the effect of a re-feeding period with a %100 fish oil diet. *Aquaculture* 2005, 248, 121-134.
- [35]. Caballero, M.J., Obach A., Rosenlund, G., Montero, D., Gısvold, M., Izquierdo, M.S., Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 2002, 214, 253-271.
- [36]. Tucker, J.W., Lellis, W.A., Vermeer, G.K., Roberts, D.E. and Woodward, P.N., The effects of experimental starter diets with different levels of soybean or menhaden oil on red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* 1997, 149, 323-339.

- [37]. Piedecausa, M.A., Mazon, M.J., Garcia, B., Hernandez, M.D., Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*), *Aquaculture* 2007, 263, 211-219.
- [38]. Nordrum, S., Krogdahl, A., Rosjo, C., Olli, J.J., Holm, H., Effects of methionine, Cysteine and Medium Chain Triglycerides on Nutrient Digestibility, Absorbption of Amino Acids Along the Intestinal Tract and Nutrient Retention in Atlantic Salmon (*Salmo salar L.*) Under Pair-Feeding Regime. *Aquaculture* 2000, 286, 341-360.
- [39]. Torstensen B.E., Espe M., Sanden, M., Stubhaug, I. Waagbø, R., Hemre, G.I., Fontanillas, R. Nordgarden, U., Hevrøy, E.M., Olsvik, P., Berntssen, M.H.G, Novel production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) protein based on combined replacement of fish meal and fish oil with plant meal and vegetable oil blends. *Aquaculture* 2008, 285, 193– 200.
- [40]. Hixson, S. M., Parrish, C. C., & Anderson, D. M., Full substitution of fish oil with camelina (*Camelina sativa*) oil, with partial substitution of fish meal with camelina meal, in diets for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) and its effect on tissue lipids and sensory quality. *Food chemistry* 2014, 157, 51-61.
- [41]. Cabellero M.J., Izquierdo M.S., Kjorsvik, E., Montero, D., Socorro J., Fernandez A.J., Rosenlund G., Morphological aspect of intestinal cells from gilt head sea bream (*Sparus aurata*) fed diets containing different lipid sources. *Aquaculture* 2003, 225, 325-340.
- [42]. Izquierdo, M.S., Montero, D., Robaina, L., Cabellero, M.J., Rosenlund, G., Gines, R., Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long term period. Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding. *Aquaculture* 2005, 250, (1-2), 431-444.
- [43]. Albrektsen S., Mundheim H., Aksnes A., Growth, feed efficiency, digestibility and nutrient distribution in Atlantic cod (*Gadus morhua*) fed two different fish meal qualities at three dietary levels of vegetable protein sources. *Aquaculture* 2006, 261, 626–640.
- [44]. Mérida S.N., Tomás-Vidal, A., Martínez-Llorens, S., Cerdá, M.J., Sun flower meal as a partial substitute in juvenile sharpsnout sea bream (*Diplodus puntazzo*) diets: Amino acid retention, gut and liver histology. *Aquaculture* 2010, 298, 275–281.
- [45]. Glencross, B.D., Hawkins, W.E., Curnow, J.G., Restoration of the fatty acid composition of red seabream (*Pagrus auratus*) using a fish oil finishing diet after grow-out on plant oil based diets. *Aquaculture Nutrition* 2003, 9, 409-418.
- [46]. Drew, M.D., Ogunkoya, A.E., Janz, D.M., Van Kessel, A.D., Dietary influence of replacing fish meal and oil with canola protein concentrate and vegetable oils on growth performance, fatty acid composition and organochlorine residues in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 2007, 267, 260 – 268.

- [47]. Ljubojević, D., Radosavljević, V., Puvača, N., Baloš, M. Ž., Đorđević, V., Jovanović, R., & Ćirković, M., Interactive effects of dietary protein level and oil source on proximate composition and fatty acid composition in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Journal of Food Composition and Analysis* 2015, 37, 44-50.
- [48]. Polat, A., The Effects of Methionine Supplementation to Soybean Meal (SBM)-Based diets on the Growth and Whole Body-Carcass Chemical Composition of Tilapia (*T. zilli*). *Tr. J. of Zoology* 1999, 23, 173-178.
- [49]. Furuya, W.M., Pezzato, L.E., Barros, M.M., Pezzato, A.C., Furuya, V.R.B., Miranda, E.C., Use of ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in fish meal free diets for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquacult. Res.* 2004, 35, 1110-1116.
- [50]. Ng, W. K., & Wang, Y., Inclusion of crude palm oil in the broodstock diets of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, resulted in enhanced reproductive performance compared to broodfish fed diets with added fish oil or linseed oil. *Aquaculture* 2011, 314,(1), 122-131.
- [51]. Bozaoğlu, A. S., Tilapya (*Oreochromis niloticus* L., 1758) Yemlerinde Balık Yağına Alternatif Bitkisel ve Hayvansal Yağ Kullanmanın Besi Performansı ve Vücut Bileşimi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 2004.
- [52]. NRC (National Research Council), *Nutritional requirements of fish*. National Academic Press : Washington, 1993; p 114.
- [53]. Lattmen, G.W., *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 20th ed.; Arlington, VA, 2016.
- [54]. Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G., A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 1957, 226, 497-509.
- [55]. Metcalfe, L., Schmitz, A., The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.* 1961, 33, 363-364.
- [56]. Czesny, S., Dabrowski, K., The effects of egg fatty acid concentrations on embryo viability in wild and domesticated Walleye (*Stizostedion vitreum*). *Aquatic Living Resources* 1998, 11, 371-378.
- [57]. El-Saidy, D.M.S. ve Gaber, M.M.A., Complete replacement of fish meal by soybean meal with L-lysine supplement for Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* fingerling. *J. World Aquacult. Soc.* 2002, 33, 297-306.
- [58]. Koch, J.F., Rawless, S.D., Webster, C.D., Cummins, V., Kobayashi, Y., Thompson, K.R., Gonnam, A.C., Twibel, R.G., Hyde, N.M., Optimising fish meal free commercial diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 2016, 452, 357-366.

- [59]. Benedito-Palos, L., Saera-Vila, A., Calduch-Giner, J. A., Kaushik, S., & Pérez Sánchez, J., Combined replacement of fish meal and oil in practical diets for fast growing juveniles of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.): networking of systemic and local components of GH/IGF axis. *Aquaculture* 2007, 267, (1), 199-212.
- [60]. Matos, E., Gonçalves, A., Bandarra, N., Colen, R., Nunes, M. L., Valente, L. M., & Dias, J., Plant proteins and vegetable oil do not have detrimental effects on post-mortem muscle instrumental texture, sensory properties and nutritional value of *gilthead seabream*. *Aquaculture* 2012, 358, 205-212.
- [61]. Thompson, K.R., Velasquez, A., Patterson, J.T., Metts, L.S., Webster, C.D., Brady, Y.J., Gannam, A.L., Twibel, R.G., Ostrand, S.L., Evaluation of plant and animal protein sources as partial or total replacement of fish meal in diets for Nile tilapia fry and juvenile stages. *N. Am. J. Aquacult.* 2012, 74, (3), 365-375.
- [62]. Ketola, H.G., Amino acid nutrition of fishes: requirements and supplementations of diets. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry* 1982, 73, (1), 17-24.
- [63]. Dias, J., Conceição, L. E., Ribeiro, A. R., Borges, P., Valente, L. M., & Dinis, M. T., Practical diet with low fish-derived protein is able to sustain growth performance in gilthead seabream (*Sparus aurata*) during the grow-out phase. *Aquaculture* 2009, 293,(3), 255-262.
- [64]. Murray, H. M., Lall, S. P., Rajaselvam, R., Boutilier, L. A., Blanchard, B., Flight, R. M., Colombo, S., Mohindra, V., Douglas, S. E., A nutrigenomic analysis of intestinal response to partial soybean meal replacement in diets for juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.). *Aquaculture* 2010, 298, (3), 282-293.
- [65]. Figueiredo-Silva, C., Lemme, A., Sangsue, D., Kiriratnikom, S., Effect of DL-methionine supplementation on the success of almost total replacement of fish meal with soybean meal in diets for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* X *Oreochromis mossambicus*). *Aquacult. Nutr.* 2015, 21, 234-241.
- [66]. Al-Faky, S.S.A., El-Sayed, F.M.A., Ezzat, A.A., Dietary taurine enhances growth and feed utilization in larval Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed soybean meal based diets. *Aquacult. Nutr.* 2016, 22, 457-464.
- [67]. Espe, M., Lied, E., Do Atlantic salmon (*Salmo salar*) utilize mixtures of free amino acids to the same extent as intact protein sources for muscle protein synthesis. *Comp. Biochem. Physiol.* 1994, 107A, 249-254.
- [68]. Yamamoto, T., Akimoto, A., Kishi, S., Unuma, T., Akiyama, T., Apparent and true availabilities of amino acids from several protein sources for fingerling rainbow trout, common carp and red sea bream. *Fish. Sci.* 1998, 64, 448-458.

- [69]. Larsen, B. K., Dalsgaard, J., & Pedersen, P. B., Effects of plant proteins on postprandial, free plasma amino acid concentrations in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 2012, 326, 90-98.
- [70]. Torstensen, B.E., Frøyland, L., Lie, Ø, Replacing dietary fish oil with increasing levels of rapeseed oil and olive oil: effects on Atlantic salmon (*Salmo salar*) tissue and lipoprotein lipid composition and lipogenic enzyme activities. *Aquacult. Nutr.* 2004, 10, 175-192.
- [71]. Turchini, G.M., Francis, D.S., Senadheera, S.P.S.D., Thanuthong, T., De-Silva, S.S., Fish oil replacement with different vegetable oils in Murray cod: Evidence of an omega-3 sparing effect by other dietary fatty acids. *Aquaculture* 2011, 315, 250-259.
- [72]. Lim, C., Yıldırım-Aksoy, M., Klesius, P., Lipid and fatty acid requirements of Tilapias. *North American Journal of Aquaculture* 2011, 73, 188-193.
- [73]. Eroldoğan, O.T., Yılmaz, H.A., Turchini, G.M., Arslan, M., Sirkecioğlu, N.A., Engin, K., Özşahinoğlu, I., Mumoğullarında, P., Fatty acid metabolism in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*): Effects of n-6 PUFA and MUFA in fish oil replaced diets. *Fish Physiol. Biochem* 2013, 39, 941-955.
- [74]. Francis, D.S., Turchini, G.M., Retro-engineering the protein sparing effect to preserve n-3 LC-PUFA from catabolism and optimize fish oil utilization: A preliminary case study on juvenile Atlantic salmon. *Aquaculture* 2017, 468, 184-192.
- [75]. Li, F.J., Lin, X., Lin, S.M., Chen, W.Y., Guan, Y., Effects of dietary fish oil substitution with linseed oil on growth muscle fatty acid and metabolism of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquacult. Nutr.* 2016, 22, 499-508.
- [76]. Takeuchi, T., Satoh, S., Watanabe, W., Dietary lipids suitable for practical feed of Tilapia nilotica. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 1983, 49, 1361-1365.
- [77]. Yıldırım-Aksoy, M., Lim, C., Davis, D.A., Klesius, P.H., Influence of dietary lipid sources on the growth performance immune response and resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to *Streptococcus iniae* challenge. *Journal of Applied Aquaculture* 2007, 19, 29-49.
- [78]. Olsen, R.E., Henderson, R.J., McAndrew, B.J., The conversion of linoleic acid and linolenic acid to longer chain polyunsaturated fatty acids by tilapia (*Oreochromis niloticus*) in vivo. *Fish Physiol. Biochem.* 1990, 8, 261-270.
- [79]. Tocher, D.R., Angaba, M., Hastings, N., Bell, J.G., Dick, J.R., Teale, A.J., Nutritional regulation of hepatic fatty acids desaturation and polyunsaturated fatty acid composition in zebra fish (*Danio rerio*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish Physiol. Biochem.* 2002, 24, 309-320.

[80]. Visentainer, J.V., deSouza, N.E., Makoto, M., Hayashi, C., Franco, M.R.B., Influence of diets enriched with flaxseed oil on the α -linolenic eicosapentaenoic and docosahexaenoic fatty acid in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Food Chemistry* 2005, 90,(4), 557-560.



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı: Leyla Almıla UYSAL

Doğum Tarihi: 17.11.1985

E- Mail: lalm_k@hotmail.com

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/ Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Su Ürünleri	Mersin Üniversitesi	2004-2009
Yüksek Lisans	Su Ürünleri	Mersin Üniversitesi	2010-2017