

**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**

L. Almla UYSAL

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Kenan ENGİN

MERSİN, 2016

İÇİNDEKİLER	I
ÇİZELGELER DİZİNİ	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. II
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1. GİRİŞ	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3. MATERYAL VE METOT	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
3.1. Yavru Tilapyalarda Temini.....	Error! Bookmark not defined.
3.2. Deneme Dizaynı.....	Error! Bookmark not defined.
3.3. Denemenin Yönetimi	Error! Bookmark not defined.
3.4. Deneme Yemlerinin Hazırlanması.....	Error! Bookmark not defined.
3.5. Ölçüm ve Analizler	Error! Bookmark not defined.
3.5.1. Büyüme Parametreleri	Error! Bookmark not defined.
3.5.2. Besin Madde Bileşenleri Analizi.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.2.1. Kuru Madde ve Kül Analizi.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.2.2. Ham yağ ve Yağ Asitleri kompozisyonu Analizleri	Error! Bookmark not defined.
3.5.2.3. Ham Protein ve Amino asit kompozisyon analizleri :	Error! Bookmark not defined.
3.5.3. Çevresel Parametreler.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.4. İstatistiksel Analiz	Error! Bookmark not defined.
4. BULGULAR	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
4.1. Çevresel Parametreler	Error! Bookmark not defined.
4.2. Deneme Yemleri	Error! Bookmark not defined.
4.3. Büyüme Parametreleri.....	Error! Bookmark not defined.
4.4. Besin Madde Bileşenleri ve Amino asit Kompozisyon Değerleri	Error! Bookmark not defined.
4.4.1. Tüm vücut besin bileşenleri ve Amino asit kompozisyonu değerleri ...	Error! Bookmark not defined.
4.4.2. Kas besin bileşenleri ve Amino asit kompozisyonu değerleri.....	Error! Bookmark not defined.
4.5. Yağ asitleri Kompozisyon Değerleri.....	Error! Bookmark not defined.

4.5.1. Deneme Yemlerinin Yağ Asidi Kompozisyonu.....	Error! Bookmark not defined.
4.5.2. Tüm Vücut Yağ Asidi Kompozisyonu	Error! Bookmark not defined.
4.5.3. Kas Dokusu Yağ Asitleri Kompozisyonu	Error! Bookmark not defined.
4.5.4. Karaciğer Dokusu Yağ Asitleri Kompozisyonu.....	Error! Bookmark not defined.
4. TARTIŞMA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
KAYNAKLAR	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1. Deneme dönemlerinde araştırma tanklarında ölçülen ortalama su sıcaklığı ve oksijen değerleri.....	13
Çizelge 1.2. Denemede yemlerinin hammadde içerikleri ve kimyasal kompozisyonları.....	Error! Bookmark not defined. 6
Çizelge 1.3. Yem esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit kompozisyon değerleri (gr/kg KM)	22
Çizelge 1.4. Büyüme parametreleri.....	23
Çizelge 1.5. Tüm vücut besin bileşenleri kompozisyonu değerleri	24
Çizelge 1.6. Tüm vücut (son) esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit kompozisyon değerleri (gr/kg KM)	25
Çizelge 1.7. Kas dokusu besin bileşenleri kompozisyonu değerleri.....	26
Çizelge 1.8. Kas dokusu (son) esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit kompozisyon değerleri(gr/kg KM)	26
Çizelge 1.9. Yem yağ asitleri kompozisyonu değerleri	27
Çizelge 1.10. Tüm vücut yağ asitleri kompozisyonu değerleri.....	30
Çizelge 1.11. Kas dokusu yağ asitleri kompozisyonu değerleri	32
Çizelge 1.12. Karaciğer dokusu yağ asitleri kompozisyonu değerleri.....	34

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

ŞEKİL 1.1. DENEME KULLANILAN YAVRULAR..... **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

ŞEKİL 1.2. DENEMEDE KULLANILAN TANKLAR **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

ŞEKİL1.3. DENEME YEMLERİ **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

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 (FAO, 2014).

Balık unu ve yağı balık karma yemlerinde kullanılan en önemli hammaddelerdendir. Balık unu içerdiği yüksek protein düzeyi ve dengeli aminoasit kompozisyonu nedeniyle ve balıklar tarafından lezzetli bulunmasından dolayı balıklar için vazgeçilmez 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. Bununla birlikte besinsel kalitelerinin örneğin; bazı esansiyel amino asitlerin eksikliği, yüksek ham kül oranı ve düşük besinsel sindirilebilirlik ve anti-besleme faktörleri (ABF) gibi sebeplerden dolayı balık ununa göre düşüklüğü, tat problemi ve mikrobiyal kontaminasyon olasılıkları ile karakterize edilmeleri karma yemlerde kullanımlarını sınırlandıran başlıca dezavantajlarıdır (Bureau ve Cho, 2000). Wee ve Shu (1989), Tripsin inhibitörü aktivesinin balıkta büyümeyi azaltan bir faktör olduğunu, düşük tripsin inhibitörü (<0,09 Tİ) seviyeleri içeren rasyonlarla beslenen tilapya balıklarında (*Oreochromis niloticus* L.), büyüme hızının negatif yönde etkilenmediğini göstermişlerdir. Tilapya diğer balık türlerinde olduğu gibi 10 temel amino asite ihtiyaç duymaktadırlar. Sülfür amino asitlerine olan ihtiyaçları ise ya sadece yemlere methionine ya da methionine ve sistein'in birlikte katılımı ile gerçekleşmektedir (Shiau, 2002). Yapılan başka bir çalışmada ise juvenil Nil tilapya balıkları karma yemlerdeki sisteinin, methionine ihtiyacının % 49' u kadarını tek başına sağlayabildiği gösterilmiştir (Nguyen ve Davis, 2008). 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 en çok kullanılan unlardır. Bunun nedeni,

soya fasulyesi küspesinin, diğer bitkisel kaynaklarına 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 fasulyesinde her ne kadar yağlı unlarından daha az miktarlarda olsa da içerdiği ABF'ler nedeniyle 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 (Uysal ve Berkcan, 2006). 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 (Abel ve ark., 1984). 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 daha az etkilendiği gösterilmiştir (Storebakken ve ark., 2000; Collins ve ark., 2012)

Balık unu üretiminin önceden belirlenememesi ve buna bağlı olarak yıldan yıla gösterdiği büyük dalgalanma (Hardy, 2006; Tacon ve Metian., 2008) nedeni ile bu protein kaynağının fiyatlarının gelecekte artma eğilimi göstereceği tahmin edilmektedir (Morris ve ark., 2011). 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 kullanılabilmelerine imkân verecek bilimsel araştırmalar ile mümkün olacaktır.

Birçok bitkisel protein kaynağı içerisinde soya unu, balık unu gibi denizel orjinli protein kaynaklarıyla en çok ikame edilen unlardır. Yapılan birçok çalışmada Tilapia yemlerinde balık ununun hiçbir olumsuz etki olmaksızın bitkisel proteinlerle kısmen de olsa değiştirilebileceğini belirtmişlerdir (Jackson ve ark. 1982). Uysal ve Berkcan, (2006), Tilapia Balığı (*Oreochromis niloticus* L.) yavrularının üzerinde yaptıkları çalışmada, bütün ölçüm kriterleri dikkate incelendiğinde, balıkların

performansı değişmeden balık unundan gelen balık proteininin %50' si yerine rasyona yağsız soya unu ilavesi önermişlerdir.

Yağlar bilindiği üzere, balıklar için yalnızca enerji kaynağı olarak kullanılmalarının yanında esansiyel yağ asitleri ihtiyaçlarının karşılanması, steroller, fosfolipitler ve yağda çözünebilir vitaminlerin sağlanması için de önemlidirler. 2012' deki FAO verilerine bakıldığında balık yağının fiyatları 2011 ve 2012 yıllarında yüksek seviyelerde devam etmiştir (FAO, 2012). Balık yağı sadece su ürünleri sektöründe değil sağlık ve gıda sektöründe de kullanılması ve üretiminin az miktarda olması balık yem üretiminde alternatif kaynakların arayışını hızlandırmıştır. Tilapyalarda yapılan çalışmada 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 (Teoh ve ark. 2011). Tilapyalarda linoleik 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 (Bahurmiz ve Ng, 2007). Tilapyalarda da diğer tatlı su balıkları gibi biyoçevrim kapasitesine sahip olduğu (özellikle C18 PUFA' lardan C20/22 PUFA' lara), EPA ve DHA ya uzatma ve desaturasyon kapasitelerinin ise sınırlı olduğu bildirilmektedir (Karapanagiotidis ve ark. 2007). Kanazawa ve ark. (1980), Nil tilapyalalarının optimal büyüme için 18:2n6 ve 20:4n6 yağ asitlerine ihtiyaç duyduklarını, 8-18 arasında değişen doymuş yağ asitleri içeren yağ kaynaklarının uygun olmadığını belirtmişlerdir.

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 (18:2n6), linolenik (18:3n3) ve MUFA (tekli doymamış yağ asitleri özellikle oleik asit 18:1n9) 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 vücut uzun zincirli n-3 ve n-6 PUFA kazanımına neden olduğu gösterilmiştir (Teoh ve ark. 2011).

Bu çalışmada, yetiştiricilik koşullarında Nil Tilapya (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758)'sının, büyüme performansı ve yem değerlendirme parametreleri içerisinde yer alan; yaşama oranı, spesifik büyüme oranı (SGR), yem dönüşüm oranı (YDO) ve günlük yem alımı (DFI) 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'ünün) balık unu ve yağı ile yer değiştirmesinin etkileri araştırılacaktır. Her ne kadar soya fasulyesi küspesi farklı beslenme davranışına sahip yetiştiriciliği yapılan türlerin yem formülasyonlarında balık unu yerine sıklıkla kullanılıyor olsada değişik bitkisel yağ karışımları ile birlikte kullanımlarının önemli beslenme fizyoloji ve metabolizmaları ve dolayısıyla balık son ürün kalitesi üzerine, özellikle tilapyalarda olmak üzere, etkilerini inceleyen çalışmalar oldukça azdır. Elde edilecek son ürünün kalitesi ve insan sağlığı açısından önemi, içerdiği besin bileşenleri, amino asit ve yağ asitleri kompozisyon analiz sonuçları dikkate alınarak değerlendirilecektir (örneğin; fileto ve tüm vücut toplam n6/n3 oranları). 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 geleceğe yönelik üretim miktarı açısından 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

Son yıllarda balık stoklarının azalması ve ayrıca insan beslenmesinde kullanılması nedeniyle balık unu üretimi azalmış (Naylor ve ark., 2000), yem üreticileri dışarıdan balık unu ithal etmeye başlamıştır. Dolayısı ile balık unu fiyatı ve buna paralel olarak da yem maliyeti artmıştır (Morris ve ark., 2011). Balık yemlerinde maliyeti etkileyen en önemli yem hammaddesi protein olup başlıca protein kaynağı ise balık unudur. 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 ve protein kaynağı olarak tercih edilmektedir. Yapılan çalışmada Tilapya yemlerinde balık ununun hiçbir olumsuz etki olmaksızın bitkisel proteinlerle kısmen de olsa değiştirilebileceğini belirtmişlerdir (Fontainhas-Fernandes ve ark. 1999). Protein kaynakları, kültürü yapılan balık türünün ihtiyacı olan amino asitleri dengeli bir şekilde sağlayacak miktarlarda bir araya getirilmelidir. Bu nedenle hazırlanan rasyon kesinlikle esansiyel amino asitler açısından belirli bir dengede olmak zorundadır. Tek bir esansiyel amino asidin eksikliği, protein sentezinin en düşük düzeyde bulunan amino asit seviyesinde olmasına neden olmaktadır (Gatlin ve ark., 2007).

Tilapya balıklarının diğer balık türlerinde olduğu gibi 10 temel amino asite ihtiyaç duymaktadırlar. Polat (1999), tarafından soya fasulyesi küspesi katkılı yemlere yapılan methionine ilavesinin, tilapialarda (*T. zillii*) gelişme ve tüm vücut-karkas besin madde bileşenleri üzerine etkilerini araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, en yüksek gelişme ve yem değerlendirme oranı, %0.5 methionine eklenmiş rasyonla beslenen grupta saptanmış, rasyonlara yapılan methionine ilavesinin, kontrol rasyonuna göre tüm vücut protein oranlarını istatistiksel olarak önemli oranda etkilediğini bildirmiştir.

Floreto ve ark, (2000)'nın, amino asit katkılı (arjinin, lösin, metiyonin ve triptofan) ve aminoasit katkısı olmadan kullanılan soya fasulyesinin juvenil Amerikan istakozlarında (*Homarus americanus*) büyüme ve vücut biyokimyasal kompozisyonu üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada; çeşitli amino asitlerin eklenmesinin büyüme performansı üzerinde önemli derecede katkısı olduğunu belirtmişlerdir.

Nordrum ve ark, (2000), atlantik somonlarında (*Salmo salar*) besin sindiriminde methionine, sistin ve trigliseridin etkisini ve amino asit emilimini çalışmışlardır. Yemler methionine (6.2 g/kg), sistein (5.0 g/kg) veya alanine (3.7 g/kg) eklenmesiyle oluşturulmuştur. Methionine eklenen yemlerle beslenen somonlarda yağ sindiriminin arttığını saptamışlardır.

Yemin içerisinde bulunan yağlar, canlıya enerji kaynağı olmakta ve esansiyel yağ asitlerini sağlamaktadır (Bell ve Koppe, 2011). Yemlerde uygun miktarda kullanılan yağ kaynağı yetiştiriciliği yapılan türün büyüme performansını, yem tüketimi ve proteinden yararlanma oranını arttırmaktadır (Bell ve ark, 2000; Montero ve ark, 2005). Montero ve ark (2005), çalışmalarının ilk 5 ayında bitkisel yağlar kullanılarak hazırlanmış (balık yağı yerine %60 ve %80 oranında kanola yağı, keten tohumu yağı ve soya yağı kullanımı ile) yemlerle besledikleri levreklerde yaptıkları 8 aylık çalışma (son 3 aylık dönemde tekrar sadece balık yağı içeren yemlerle beslemeye dönülerek) sonunda büyüme, yem kullanımı ve et kalitesine bakmışlardır. Tüm vücuttaki n-3 HUFA miktarında %45 oranında bir azalma görüldüğünü ve yüksek seviyede LA, ALA ve oleik asit miktarı belirlemişlerdir.

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 (Tacon and Metian, 2008) ve yem maliyetinin de artmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla bu durum sürdürülebilir su ürünleri yetiştiricilik endüstrisinin geleceğini tehlikeye sokmaktadır (Ferrera ve ark, 2011). Bu yüzden mevcut masrafların azaltılması için yapılan birçok çalışmada alternatif yağ kaynakları araştırılmıştır (Sanz ve ark., 1994; Gomes ve ark., 1995; Cheng ve Hardy, 2002). Su ürünleri yetiştiriciliğindeki büyüme ile birlikte yapılan bu çalışmalarda, kullanılan çoğu alternatif yağ kaynaklarından olumlu sonuçlar aldıklarını belirtmişlerdir (Glencross ve Turchini, 2011).

Özellikle salmonidlerle ve çipura balıkları 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 olmadığını belirtmişlerdir (Cabellero ve ark., 2003; Izquierdo ve ark. 2005).

Yem yağ asitleri kompozisyonlarının balık dokusuna yansıdığı için direk olarak yağ asitleri metabolizması üzerinde etkisi olduğu rapor edilmiştir (Tocher ve ark., 2001). 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 yağı yağ asitleri kompozisyonunda mevcut olan n-3 LC-PUFA' ların yetersiz kalması ve balık yağı yağ asitlerinde olması gereken n-6/ n-3 dengesinin bozulması ve buna bağlı olarak üretilen balık yağı yağ asitlerinin besinsel değerlerinin olumsuz yönde değişme göstermesi yetiştiricilik karma yemlerinde bitkisel kaynaklı yağların kullanımı değerlendirilirken üzerinde özenle durulması gereken konulardır.

Yetiştiriciliği yapılacak olan türlerde linoleik (18:2n6) ve linolenik (18:3n3) yağ asitlerince zengin olan bitkisel yağ kaynaklarının kullanımının araştırılmasında büyük bir ilgi mevcuttur. Tilapya balıklarının 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 20:4n6 Arachidonik asiti sentezleyebildikleri gösterilmiştir (Karapanagiotidis ve ark. 2007). Kanazawa ve ark. (1980), Nil tilapya balıklarının optimal büyüme için 18:2n6 ve 20:4n6 yağ asitlerine ihtiyaç duyduklarını, 8-18 arasında değişen doymuş yağ asitleri içeren yağ kaynaklarının uygun olmadığını belirtmişlerdir.

Tilapyalarda linoleik yağ asit miktarı düşük olan palmye yağının yem içeriği olması sonucu büyüme ve yem değerlendirme performansı üzerinde balık yağı içeren yemler arasında fark görülmemiştir (Bahurmiz ve Ng, 2007). 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 (Teoh ve ark. 2011).

Bütün bu sebeplerden dolayı, iyi bir şekilde bitkisel yağların balık yağı ile değiştirilmesi, hem balık yağına olan kesin bağımlılığı azaltacak hem de yem maliyetlerini azaltacaktır. 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 (Izquierdo ve ark, 2005). Ancak, 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 (Bell ve ark, 2000, Caballero ve ark, 2002). Aynı şekilde Tucker ve ark (1997), 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.

Piedecausa ve ark (2007), yapmış oldukları 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.

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 (eikozapentaenoik asit) ve DHA(dokosaheksaenoik asit)’nin önemli bir bölümünü oluşturmakta, bitkisel kaynaklar ise orta düzeyde 18 karbonlu n-3 PUFA’lar (18:3n-3 gibi) içermekte (Pratoomyot, 2010) 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 (Teoh ve ark., 2011).

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 (Kaushik, 2004). Richard ve ark (2006), Avrupa

levrekleri ile yaptıkları çalışmada %40 oranında bitkisel yağ karışımlarıyla hazırlanmış yemlerle beslenen bireylerde büyümenin olumsuz etkilenmediğini bildirmişlerdir. 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 asiti kompozisyonlarında balık yağı kadar geniş bir yağ asitleri profiline sahip olmadıkları belirtilmiştir. 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. 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 (C18:2n6), alfa-linolenik (C18:3n3) ve oleik asit (C18:1n9) gelmektedir.

Çeşitli türlerde dengeli yemlerde balık unu ve yağının bitkisel kaynaklı proteinlerin tek başına veya yağlar ile birlikte çeşitli kombinasyonların değiştirildiğinde büyümenin azalmadığı gözlemlenmiştir (Protoomyot ve ark., 2010). Yem yağ asitleri kompozisyonlarının balık dokusu yağ asitleri kompozisyonlarına yansıdığı ve direk yağ asitleri metabolizması üzerinde etkileri görülmüştür. Torstensen ve ark., (2008), 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. Her ne kadar gruplar arasında protein ve yağların sindirilebilirliği yem dönüşüm oranları ve protein ve yağ tutulumu açısından az miktarda farklılıklar gözlemlenmişse de, özellikle bu spesifik büyüme oranlarındaki önemli azalmayı denemenin ilk kısmında görülen yem alımındaki yavaşlama ve 16:0 (palmitic asit) yağ asitinde ve nişasta sindirilebilirliğinde görülen düşüşe bağlamışlardır.

Albrektsen ve ark., (2006), Atlantik morina balığı ile (*Gadus morhua*) yaptıkları çalışmada iki farklı nitelikte balık unu kullanılarak hazırlanmış dengeli kontrol yemlerindeki balık unu (düşük ve yüksek kalitedeki balık unları) 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 dağılımlarını araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda gruplar arasında büyüme oranları açısından bir farklılık görülmemekle beraber yem alımının düşük kaliteli balık unu içeren gruplarda yüksek kaliteli balık unu ile hazırlanan diğer gruplara göre %9 daha 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 arttıa önemli oranda azalmıştır. Fileto besin bileşenleri arginine hariç, gruplar arasında önemli bir farklılık göstermezken yem tam yağlı soya unu yağ asitleri kompozisyonu birebir karaciğer yağ asidi kompozisyonuna yansımıştır. Ayrıca balık ununun 2:1 oranında mısır glteni:tam yağlı soya unu kullanılarak yaklaşık % 50 oranında bitkisel protein kaynakları ile değiştirildiği yemlerle beslenen bireylerde yem alımı, büyüme, protein sindirilebilirliğini etkilemeden değiştirilebileceğini belirtmişlerdir (Albrektsen ve ark., 2007)

Drew ve ark., (2007), ise balık unu ve yağının kanola protein konsantresi ve bitkisel yağ karışımları ile (65:35 oranında kanola:keten tohumu yağları) değiştirildiği yemler ile beslenen Gökkuşağı alabalıklarında 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 ununun ise kanola protein konsantresi ile değiştirilmediği gruplardaki gökkuşağı 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 (Drew ve ark. 2007).

Mrida ve ark., (2010), sivri burun karagöz (*Diplodus puntazzo*) balıkları 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 ununun % 30'u kadar yer değiştirmesinin balığın

gelişmesinde, karaciğer ve bağırsak dokusu amino asit bileşiminde herhangi bir negatif etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

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

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Yavru Tilapyların Temini

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



şekil 1.1. Deneme kullanılan yavrular

3.2. Deneme Dizaynı

Çalışma, Mersin Üniversitesi Su rnleri Fakültesi Uygulama Birimleri, Deniz Balıkları Yetiştiriciliği nitesinde, 12 adet, 120 cm x 50 cm x 32 cm ebatlarında 190 L, kapasiteli gri renk polietilen dikdörtgen plastik tanklardan oluşmuş yarı resirkleli yetiştiricilik sisteminde gerçekleştirilmiştir. Tanklardaki doymamış oksijen seviyelerinin balık refahı ve sağlığı açısından Nil Tilapyları için gerekli oranların altına düşürülmemesi deneme süresince önemle üzerinde durulmuş bir konu olup düzenli temiz su eklenmesi ve hava taşları yardımıyla havalandırma vasıtası ile bu durum sağlanmıştır.

Çizelge 1.1. Deneme Dönemlerinde Araştırma Tanklarında Ölçülen Ortalama Su Sıcaklığı ve Oksijen değerleri.

Deneme Süresi	Ortalama Sıcaklık	Ortalama Oksijen
0-14. Gün	22,67	6,72
15-28. Gün	23,51	6,63
29-42. Gün	24,01	6,61
43-56. Gün	24,37	6,55
57-70. Gün	24,32	6,52
71-84. Gün	25,03	6,56
85-90. Gün	24,53	6,78
ORTALAMA	24,23	6,64



Şekil 1.2. Denemede kullanılan tanklar

3.3. Denemenin Yönetimi

Minimum 2 haftalık yemler ve besleme rejimine alıştırılma süresinden sonra balıklar 12 adet her biri 120 x 50 cm x 32 cm boyutlarında, 190 L, kapasiteli ve içerisinde 130 L su bulundurulacak yarı resirküleli olarak düzenlenen polietilen dikdörtgen tanklara her tanka 25 balık ($16,24 \pm 0,66$ ortalama canlı başlangıç ağırlığına sahip) olacak şekilde rastgele yerleştirilmiştir. 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 tüketilmeyen yemler yemlemeyi takip eden 1 saat içerisinde sifonlanarak yem alımı kayıt altına alınmıştır. Sifonlama işlemi günde bir defa yapılmıştır. Deneme süresince yetiştiricilik ünitesi içerisindeki günlük ışık periyodu floresan lambalar kullanılarak 12:12 (L:D) aydınlık/karanlık fotoperiyodu uygulanarak sağlanmıştır.. Deneme boyunca su sıcaklığı $25 \pm 1^{\circ} C$ 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. 4 farklı rasyon hazırlanmıştır. 1. Rasyon, SFK içermeyen balık unu ve balık yağından oluşmuştur(kontrol yemi). 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, 100 bitkisel kaynaklı yağların karışımı ile değiştirilmiş) oluşturulmuştur. Ayrıca Tilapyalarda diğer balıklarda olduğu gibi temel amino asitlerine ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle soya fasulyesi küspesi içeren yemlere eklenecek lizin ve methionin miktarları tilapyalarda kaynaklarda belirtilen temel aminoasit ihtiyaçları göz önüne alınarak birim yem miktarında her 4 uygulamada birbirine yakın olacak şekilde belirlenmiştir (NRC, 1993). Bunlara ek olarak kemoatraktan betaine yemlere eklenerek balıkların deneme yemlerine alışma süreçleri kısaltılmaya çalışılmıştır. Yemler ilk önce 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 peletler haline getirilerek torbalandıktan sonra kullanılincaya kadar - 20 ° C de saklanmışlardır. Deneme yemlerinin formülasyonu ve besin madde bileşenleri izelge 1.2.'de verilmiştir.



Şekil 1.3. Deneme yemleri

Çizelge 1.2. Denemede yemlerinin hammadde içerikleri ve kimyasal kompozisyonları.

Yem İçerikleri (g/kg yem)	BY	60SKK	80SKK	100SKK
Balık Unu	375,0	223,0	223,0	223,0
Mısır Gluten Unu	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 (DCP)	46,0	21,3	21,4	21,2
CMC	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	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Analiz Edilen Kimyasal Kompozisyon (g/kg yem KM)				
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±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

* 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.).

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 0.01g hassasiyetindeki terazi kullanılarak tartılmıştır. Ölçümlerden bir gün önce tilapya lar 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 genç tilapaların 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 KM))]

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 (1990) da belirtilen yöntemlere göre uygulanmıştır.

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 (AOAC, 1990). 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 (Folch ve ark. 1957). Yağ asitleri metil esterleri (FAME) ise Metcalfe ve Schmitz (1961)'e göre hazırlanmış ve çok az miktarda değişikliğe uğratılmış daha önce Czesny ve Dabrowski (1998) tarafından geliştirilen yöntemle göre analiz edilmiştir. 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 gazıdır ve bölünme oranı 10:1 olarak ayarlandı. Fırın sıcaklık programı 140 dan 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) (AOAC 1990) göre yapılmıştır. 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 (H₂SO₄) eklenerek yakma ünitesinde (VELP İtalya) 420 °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 NH₃ 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 erlendekisıvı 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°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°C'de uçuruldu ve üzerine 0,5 ml asetonitril konarak uçurma işlemi tekrarlandı. Tüp içindeki kalıntıya yaklaşık 0,5 ml asetonitril:metanol:triethylamin karışımı ve 0,1 ml türevlendirme çözeltisinden ilave edilerek 40°C etüvde 30 dakika süreyle türevlendirilme işlemi uygulandı. Azot gazı altında 40°C'de uçurulduktan 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 (Dimova, 2003). UFLC Koşulları ise şu şekilde uygulanmıştır: Mobil Faz A: 1 L'lik balon jöjeye 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°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. Çevresel Parametreler

Deneme süresince tanklardaki su sıcaklığı rezervuar tanka bağlı ısıtıcılar ile 25 ayarlanmış, yarı resirküle sistemde ısı kaybının önlenmesi için ünite birimi klimalarla ısıtılarak su sıcaklığı 25 ± 1 °C’de sabitlenmiştir. Sıcaklık ve oksijen değeri iki günde bir ölçülmüştür (Bkz Çizelge 1.1).

3.5.4. 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°C (minimum) ile 25,03°C (maksimum) arasında değişmiş olup 90 gün süresince sıcaklık değeri ortalama $24,23 \pm 0,5^\circ\text{C}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 1.1.). Deneme süresince, çözünmüş oksijen değeri ortalama 6,6 ppm olarak ölçülmüştür. Sıcaklık ve oksijen değeri iki günde bir ölçülmüştür.

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 $311,4 \pm 1,82$ g/kg olarak değişmiştir. Yemlerin lipid içerikleri de $89,5 \pm 0,01$ ile $116,4 \pm 0,02$ 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, 60 SKK ve 80SKK gruplarına göre fazla bulunmuştur. Kül ölçümü miktarı ise BY grubunda 60 SKK, 80SKK 100 SKK gruplarına göre fazla bulunmuştur. NÖM, Nem ve Kül miktarları istatistiksel açıdan gruplar arasında anlamlı farklılıklar vardır ($p < 0,05$) (Bkz Çizelge 1.2)

Yemlerin amino asit içerikleri, yem içerisindeki hayvansal ve bitkisel protein kaynağına göre değişiklik göstermiştir. Beklenildiği gibi tamamen hayvansal protein kullanılarak hazırlanan BY grubunda metionin, ve lizin amino asitleri miktarı, bitkisel protein içeren 60 SKK, 80SKK ve 100 SKK grupları ile karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 1.4)

Çizelge 1.3: Yem esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit kompozisyon değerleri (gr/kg KM).

Esansiyel A. asitler	BY	60SKK	80SKK	100SKK
L-Metionin (Met)	11,10	9,54	10,60	9,49
L-Fenilalanin (Phe)	15,37	16,47	17,64	13,33
L-Lizin (Lys)	37,82	31,21	31,65	25,27
L-Histidin (His)	7,30	7,73	8,99	8,25
L-Valin (Val)	21,10	21,65	21,46	20,25
L-Lösin (Leu)	32,21	30,19	31,82	25,96
L-İsolösin(Ile)	19,24	20,28	21,64	17,72
L-Treonin (Thr)	15,47	13,38	15,07	13,71
L-Arjinin (Arg)	9,40	8,71	8,44	9,20
Esansiyel Olmayan A. asitler				
L-Alanin (Ala)	19,60	17,24	18,02	17,06
L-Aspartik asit (Asp)	15,46	12,81	12,18	14,93
Glisin (Gly)	16,47	14,66	14,75	14,78
L-Glutamik asit(Glu)	17,66	16,71	17,60	20,28
L-Prolin (Pro)	18,28	16,80	17,30	15,57
L-Serin (Ser)	8,68	9,74	10,98	10,43
L-Tirozin (Tyr)	10,23	10,03	11,13	9,85

4.3. Büyüme Parametreleri

Deneme başlangıcında $16,24 \pm 0,36$ g olarak ölçülen tilapia genç balıkları başlangıç canlı ağırlık ortalamaları 90 gün besleme periyodunun sonunda tüm gruplarda $32,74 \pm 0,64$ g arasında değişiklik göstermiştir. Deneme sonunda her gruptaki tilapya başlangıç canlı ağırlıklarınının 2 katından fazlasına ulaşmışlardır. Gruplar arasındaki canlı ağırlık artışı değerleri tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmamıştır ($P > 0,05$).

Çizelge 1.4. Büyüme Parametreleri

Büyüme parametreleri	BY	60 SKK	80 SKK	100 SKK
Başlangıç canlı ağırlık	16,38±0,77	16,36±0,33	16,52±0,90	15,71±0,63
Son canlı ağırlık	34,27±1,22	33,82±2,68	31,43±1,67	32,46±1,50
SBO%	0,67±0,02	0,65±0,09	0,59±0,04	0,68±0,06
YEO	0,28±0,01	0,26±0,04	0,24±0,01	0,27±0,03
PEO%	89,49±3,47	84,69±11,72	78,56±4,37	87,40±9,12
HSI	1,79±0,32	1,73±0,24	2,20±0,20	2,05±0,26
Yaşam oranı%	100	100	100	100

Spesifik büyüme oranı (SBO) tüm gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar yoktur ($p>0,05$). Büyüme parametrelerinden FER ve PEO değerleri BY grubunda 60 SKK, 80SKK ve 100 SKK grupları ile karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur ve aralarında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). HSI istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde en yüksek HSI'nın 80 SKK deneme yemi ile beslenen grupta, en düşük HSI'nın 60 SKK ile beslenen grupta gerçekleştiği belirlenmiştir ($P>0,05$).

4.4. Besin Madde Bileşenleri ve Amino asit Kompozisyon Değerleri

Denemenin başlangıcında ve sonunda alınan balık örneklerinde tüm vücut ve kas dokusu ham protein, ham yağ, ham kül değerleri Çizelge 1.6 daki gibidir.

4.4.1. Tüm vücut besin bileşenleri ve Amino asit kompozisyonu değerleri

Ham protein miktarı BY grubu 63.60 ± 1.28 çıkarken en yüksek değer 60 SKK 67.61 ± 0.63 çıkmıştır. Çıkan değerler tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli farklar vardır ($P<0,05$).

Sonuçlara göre balık yağı ve hayvansal protein içerikli yemle beslenen BY grubunda (kontrol grubu) ham yağ miktarı bitkisel yağ içeren 60 SKK, 80SKK 100 SKK 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 ($P<0,05$).

Çizelge 1.5: Tüm vücut besin bileşenleri kompozisyonu değerleri (n=3, aynı satırda farklı üst simge ile belirtilen değerler istatistiksel olarak önemli farklılığa sahiptir P<0.05).

	BY	60SKK	80SKK	100SKK
HP	63,60±1,28 ^a	67,61±0,63 ^c	65,54±0,12 ^b	64,87±0,27 ^{ab}
HY	22,39±0,02	18,08±0,02	19,25±0,01	21,36±0,02
HK	14,85±0,01 ^b	11,69±0,01 ^a	12,17±0,01 ^{ab}	12,75±0,01 ^{ab}

* Sonuçlar ortalama ± standart hata şeklinde verilmiştir. Gruplar arasındaki İstatistiksel fark P<0.05 önem düzeyinde karşılaştırılmıştır. İstatistiksel fark bulunmayan gruplarda harflendirme yapılmamıştır.

Yem ve tüm vücut amino asit içerikleri karşılaştırıldığında yemdeki amino asit kompozisyonundan etkilenği görülmüştür. Tüm vücut amino asit kompozisyonunda artış gözlemlenmiştir. (Çizelge 1.7)

Çizelge 1.6. Tüm vücut (son) esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit kompozisyon değerleri (gr/kg KM).

Esansiyel A. asitler	BY	60SKK	80SKK	100SKK
L-Metionin (Met)	10,33	11,93	12,27	11,73
L-Fenilalanin (Phe)	17,74	19,40	18,85	19,99
L-Lizin (Lys)	76,87	78,12	73,63	83,47
L-Histidin (His)	12,19	16,74	16,49	16,95
L-Valin (Val)	28,73	27,92	27,49	27,62
L-Lösin (Leu)	36,51	38,91	37,63	38,81
L-İsolösin(Ile)	25,25	27,60	27,18	27,94
L-Treonin (Thr)	30,62	33,28	39,05	34,85
L-Arjinin (Arg)	44,17	37,47	35,91	40,47
Esansiyel Olmayan A. asitler				
L-Alanin (Ala)	19,78	23,78	18,94	21,94
L-Aspartik asit (Asp)	111,00	125,58	120,23	128,33
Glisin (Gly)	27,90	28,73	27,17	25,84
L-Glutamik asit (Glu)	85,61	101,11	95,89	101,66
L-Prolin (Pro)	23,81	24,46	27,54	24,65
L-Serin (Ser)	18,17	23,99	25,66	24,07
L-Tirozin (Tyr)	13,46	13,81	15,13	15,01

4.4.2. Kas besin bileşenleri ve Amino asit kompozisyonu değerleri

Deneme başlangıcında ve sonunda gruplardan alınan kas örneklerinden yapılan ham protein, ham yağ ve ham kül sonuçları Çizelge 1.8’de verilmiştir. Ham protein ve ham kül değerleri gruplar arasında karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamakla 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 ($P<0.05$).

Çizelge 1.7. Kas dokusu besin bileşenleri kompozisyonu değerleri (n=3, aynı satırda farklı üst simge ile belirtilen değerler istatistiksel olarak önemli farklılığa sahiptir P<0.05).

	BY	60SKK	80SKK	100SKK
HP	82,60±0,31	83,43±1,04	83,78±1,57	84,33±0,42
HY	7,22±0,01 ^b	5,10±0,01 ^a	4,89±0,01 ^a	5,68±0,01 ^a
HK	8,46±0,00	7,57±0,00	7,46±0,00	8,09±0,01

Başlangıcında ve sonunda gruplardan alınan kas örneklerinden yapılan incelemede amino asit içerikleri karşılaştırıldığında amino asit değerlerinde bir artış olduğu görülmüştür (Çizelge 1.9).

Çizelge 1.8. Kas dokusu (son) esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit kompozisyon değerleri(gr/kg KM).

Esansiyel A. asitler	BAŞ	BY	60SKK	80SKK	100SKK
L-Metionin (Met)	13,74	14,50	15,42	18,35	15,94
L-Fenilalanin (Phe)	20,60	21,53	23,75	26,68	23,01
L-Lizin (Lys)	89,27	96,92	107,58	73,81	100,22
L-Histidin (His)	19,55	20,32	21,93	23,83	22,14
L-Valin (Val)	25,59	30,66	32,62	34,92	33,26
L-Lösin (Leu)	40,19	44,64	47,88	53,11	47,78
L-İsolösin(Ile)	30,68	34,08	35,40	40,12	65,17
L-Treonin (Thr)	45,82	44,63	45,21	55,70	46,26
L-Arjinin (Arg)	47,02	50,18	48,80	31,84	52,18
Esansiyel Olmayan A. asitler					
L-Alanin (Ala)	24,88	30,63	28,31	33,42	25,95
L-Aspartik asit (Asp)	179,03	181,99	194,59	189,99	206,72
Glisin (Gly)	21,86	28,21	29,84	33,43	29,57
L-Glutamik asit (Glu)	117,90	135,48	135,12	139,50	140,04
L-Prolin (Pro)	22,07	22,71	26,69	28,31	28,86
L-Serin (Ser)	28,20	29,14	30,76	34,71	29,90
L-Tirozin (Tyr)	16,41	17,69	18,19	23,12	19,88

4.5. Yağ asitleri Kompozisyon Değerleri

4.5.1. Deneme Yemlerinin Yağ Asidi Kompozisyonu

Deneme yemlerinin yağ asidi kompozisyonu yem içerisinde kullanılan bitkisel yağ karışımlarının kompozisyonu ile değişiklik göstermiştir (Çizelge 1.10). 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 yüksek 18:2n-6 100SKK' da 18:3n-3 80SKK' da bulunmuştur ($p<0.05$). 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 gözlemlenmiş olup 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 100 SKK, 80 SKK ve BY gruplarında bulunmuştur($P>0.05$).

Çizelge 1.9. Yem yağ asitleri kompozisyonu değerleri (n=3 toplam yağ asitlerinin yüzdesi olarak ifade edilmektedir).

	BY	60SKK	80SKK	100SKK
14:0	4,70 ± 0,12 ^d	2,77±0,18 ^c	2,39±0,05 ^b	2,10±0,04 ^a
15:0	0,32±0,01	TE	0,18±0,02	TE
16:0	15,10±0,16 ^b	13,27±0,10 ^c	12,73±0,09 ^a	12,48±0,26 ^a
17:0	0,27±0,01	TE	0,24±0,07	TE
18:0	4,11±0,07 ^a	4,46±0,19 ^b	4,55±0,08 ^b	4,59±0,13 ^b
20:0	0,43±0,06 ^a	0,4±0,03 ^a	0,37±0,01 ^{ab}	0,44±0,04 ^b
22:0	0,21±0,01	0,3±0,01	0,32±0,01	0,48±0,13
16:1n-7	5,44±0,06 ^d	3,27±0,12 ^c	2,79±0,03 ^b	2,48±0,05 ^a
17:1n-7	0,85±0,02 ^b	0,44±0,03 ^a	0,4±0,01 ^a	0,39±0,01 ^a
18:1n-9	29,95±0,07	30,58±0,48	28,67±1,01	28,42±0,17
20:1n-9	3,49±0,04	TE	TE	TE
22:1n-9	0,83±0,02 ^b	0,52±0,00 ^a	0,48±0,01 ^a	0,48±0,03 ^a
24:1n-9	0,45±0,01	0,28±0,01	0,21±0,01	TE
18:3n-3	3,51±0,01 ^b	9,60±0,07 ^a	10,45±0,14 ^c	10,10±0,20 ^c
20:3n-3	2,58±0,03 ^c	1,4±0,08 ^b	1,02±0,16 ^a	0,61±0,07 ^a
20:5n-3	8,7±0,09 ^c	5,23±0,13 ^b	4,93±0,11 ^a	4,76±0,03 ^a
22:6n-3	5,15±0,07 ^c	2,81±0,06 ^b	2,45±0,10 ^a	2,23±0,14 ^a

18:2n-6	10,20±0,03 ^a	23,11±0,2 ^b	26,52±0,46 ^c	29,52±0,37 ^d
20:2n-6	0,75±0,01	0,37±0,01	0,21±0,01	TE
18:3n-6	0,24±0,08	TE	0,21±0,00	TE
20:3n-6	0,23±0,00	TE	TE	TE
20:4n-6	0,64±0,01 ^a	0,28±0,01 ^b	0,21±0,02 ^b	0,24±0,02 ^b
ΣSFA	25,15±0,18 ^c	21,20±0,11 ^b	20,63±0,36 ^{ab}	20,09±0,38 ^a
ΣMUFA	41,01±0,11	35,09±0,15	32,55±0,97	31,77±0,12
ΣPUFA	31,93±0,20 ^a	42,80±0,15 ^b	45,70±1,13 ^c	47,48±0,33 ^d
Σn-3 PUFA	19,93±0,13 ^c	19,04±0,05 ^a	18,55±0,67 ^b	17,71±0,13 ^b
Σn-6 PUFA	12,38±0,17 ^a	23,96±0,19 ^b	27,35±0,46 ^c	29,96±0,37 ^d
n-3/n-6	1,61±0,03 ^d	0,79±0,01 ^a	0,68±0,01 ^c	0,59±0,01 ^b

4.5.2. Tüm Vücut Yağ Asidi Kompozisyonu

Deneme sonunda alınan balık örneklerinin tüm vücut yağ asidi kompozisyonu değişimleri Çizelge 1.11’de verilmiştir. Tüm gruplarda tüm vücut yağ asitleri kompozisyonu EPA (20:5n3) ve DHA (22:6n3) 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 ve gruplar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($P<0.05$). Diğer bir doymuş yağ asidi olan palmitoleik asit (16:0) miktarına bakıldığında en yüksek değer %17,71 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 asidinin BY grubundan elde edilen verilerine göre istatistiksel açıdan önemli oranda ($P<0,05$) yüksek olduğu bulunmuştur. Gruplar arasında oleik asit (18:1n-9) miktarı açısından en yüksek değer BY grubundaki bireylerinde en düşük değer ise 80SKK grubu bireylerinde gözlemlenmiş ve gruplar arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0,05$) ve 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 (Çizelge 1.11). 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 balık 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 ($P<0,05$) az olduğu tespit edilmiştir. α -linolenik asit (18:3n-3) en yüksek 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 azalımın ise istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir. 20:3n3 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. 18:3n6 ve 20:3n6 yağ asitleri miktarları ise BY grubundan elde edilen değerlerine göre artan bitkisel yağ karışımları ile beslenen bütün gruplarda önemli miktarlarda artış gösterdiği ($P<0,05$) tespit edilmiştir. Ayrıca 18:3n6 açısından 100SKK grubundan elde edilen değerinde 60SKK ve 80SKK gruplarından elde edilen değerlerden önemli oranda yüksek olduğu bulunmuştur (Çizelge 1.11). 20:3n6 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 Çizelge 1.11 de görülmektedir. Tüm vücut örneklerinde en yüksek EPA içeriği BY grubu bireylerinde tespit edilirken 60 SKK grubunda hiç gözlemlenmemiştir. Ayrıca 80 ve 100SKK grubuna ait EPA değerleri ile karşılaştırıldığında BY grubuna göre düşüşün oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 1.11). DHA (22:6n-3) miktarı açısından en yüksek değerler BY grubu bireylerinde bulunmuştur ve gruplar arasında istatistiki bir farklılık ($P>0,05$) gözlenmemiştir.

Çizelge1.10. Tüm vücut yağ asitleri kompozisyonu değerleri (n=3 toplam yağ asitlerinin yüzdesi olarak ifade edilmektedir).

	BAŞ	BY	60SKK	80SKK	100SKK
14:0	2,99 ± 0,11	2,8 ± 0,42 ^{cd}	2,24 ± 0,13 ^b	2,51 ± 0,16 ^c	2,04 ± 0,15 ^a
15:0	0,62 ± 0,02	0,17 ± 0,00 ^a	0,46 ± 0,02 ^c	0,53 ± 0,01 ^d	0,44 ± 0,02 ^c
16:0	19,93±0,22	8,92±0,00 ^a	16,49 ± 0,10 ^b	17,71 ±0,16 ^c	16,5 ± 0,28 ^b
17:0	0,74 ± 0,01	0,13±0,00 ^a	0,54 ± 0,01 ^b	0,61 ± 0,01 ^c	0,52 ± 0,01 ^b
18:0	6,43 ± 0,23	2,63±0,07 ^a	5,98 ± 0,24 ^b	6,16 ± 0,30 ^b	5,93 ± 0,39 ^b
20:0	0,47 ± 0,01	0,49 ± 0,00	0,46 ± 0,04	0,49 ± 0,03	0,46 ± 0,05
22:0	TE	TE	TE	TE	0,19 ± 0,00
23:0	TE	0,11 ± 0,00	TE	0,25 ± 0,00	TE
24:0	TE	1,60 ± 0,00 ^c	0,9 ± 0,04 ^b	0,19 ± 0,00 ^a	0,16 ± 0,01 ^a
16:1n-7	4,74 ± 0,07	3,02 ± 0,02 ^a	4,48 ± 0,20 ^b	4,79 ± 0,23 ^b	4,42 ± 0,20 ^b
17:1n-7	0,58 ± 0,00	0,44 ± 0,01 ^a	0,59 ± 0,05 ^b	0,57 ± 0,03 ^b	0,59 ± 0,04 ^b
18:1n-9	30,75 ± 0,15	39,88 ± 5,37	32,95 ± 0,26	30,40 ± 0,10	32,09 ± 0,42
20:1n-9	2,93 ± 0,07	3,74 ± 0,99 ^b	2,24 ± 0,13 ^a	2,13 ± 0,06 ^a	1,66 ± 0,06 ^a
22:1n-9	0,92 ± 0,04	2,94 ±0,03 ^b	0,94 ± 0,03 ^a	1,03 ± 0,02 ^c	0,90 ± 0,02 ^a
24:1n-9	0,30 ± 0,00	0,37 ± 0,00 ^c	0,25 ± 0,02 ^b	0,27 ± 0,00 ^b	0,19 ± 0,01 ^a
18:3n-3	2,52 ± 0,07	5,81 ± 0,01 ^b	2,99 ± 0,13 ^a	3,14 ± 0,22 ^a	3,54 ± 0,21 ^a
20:3n-3	0,96 ± 0,04	0,95 ± 0,00 ^a	0,79 ± 0,02 ^b	0,79 ± 0,00 ^b	0,79 ± 0,02 ^b
20:5n-3	1,2 ± 0,02	2,71 ± 0,04	TE	0,96 ± 0,02	0,75 ± 0,01
22:6n-3	5,81 ± 0,06	5,75 ± 0,83	4,74 ± 0,11	5,40 ± 0,10	4,07 ± 0,04
18:2n-6	14,48 ± 0,29	13,51 ± 1,49 ^a	17,76 ± 0,4 ^b	18,25 ± 0,59 ^{bc}	20,22 ± 0,40 ^c
20:2n-6	0,90 ± 0,02	1,05 ± 0,18	0,93 ± 0,03	0,89 ± 0,02	0,95 ± 0,10
18:3n-6	TE	0,16 ± 0,01 ^a	0,36 ± 0,03 ^b	0,37 ± 0,00 ^b	0,55 ± 0,11 ^c
20:3n-6	0,56 ± 0,13	0,25 ± 0,00 ^a	0,39 ± 0,01 ^b	0,42 ± 0,00 ^c	0,44 ± 0,01 ^c
20:4n-6	0,45±0,01	0,34±0,08	0,25±0,09	0,30±0,07	0,27±0,03
ΣSFA	31,18 ± 0,44	16,85 ± 0,49 ^a	26,77 ± 0,38 ^b	28,15 ± 0,51 ^b	26,11 ± 0,35 ^b
ΣMUFA	39,83 ± 0,14	50,39 ± 6,42	40,69 ± 1,23	39,02 ± 0,07	39,85 ± 0,41
ΣPUFA	26,68 ± 0,27	30,52 ± 2,56	28,22 ± 0,55	30,14 ± 0,61	31,58 ± 0,68
Σ n-3 PUFA	10,49 ± 0,07	15,22 ± 0,88 ^c	8,53 ± 0,19 ^b	10,29 ± 0,33 ^{abc}	9,15 ± 0,17 ^{ab}
Σn-6 PUFA	16,15 ± 0,28	15,30 ± 1,68 ^a	19,69 ± 0,39 ^b	19,85 ± 0,31 ^b	22,42 ± 0,53 ^b
n-3/n-6	0,65 ± 0,01	0,99 ± 0,07 ^c	0,43 ± 0,01 ^a	0,52 ± 0,01 ^b	0,41 ± 0,01 ^a

4.5.3. Kas Dokusu Yağ Asitleri Kompozisyonu

Deneme sonunda alınan balık örneklerinin kas yağ asidi kompozisyonu değişimleri Çizelge 1.12’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 küşpesi ve balık yağı yerine bitkisel yağ kaynakları karışımlarının kullanımı ile önemli oranda azaldığı (P<0.05)

fakat bitkisel yağ kaynakları ile beslenen balıklarda her hangi önemli bir farkın bulunmadığı tespit edilmiştir. 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 80 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 ($P<0.05$). 20:3n3 yağ asiti sınıfı ise en yüksek 80 ve 100SKK gruplarındaki balıklardan elde edilen kas dokusunda tespit edilmiş ve 60SKK ve BY grubundan elde edilen değerlerden önemli oranda ($P<0,05$) yüksek olduğu bulunmuştur. 20:3n6 yağ asitinin ise bitkisel yağ karışımları ile beslenen gruptaki balıklardan elde edilen değerlerinin BY grubundan elde edilen değerine göre önemli oranda ($P<0,05$) yüksek olduğu bulunmuştur. 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 grublarında istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0,05$) bulunmuştur. DHA miktarı açısından en yüksek değerler 60 SKK grubu bireylerinde bulunmakla birlikte 60SKK ve 100SKK gruplarında ortaya çıkan düşüş yaklaşık % 1 civarında olup gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir azalmayı göstermemektedir ($P<0.05$).

Çizelge 1.11. Kas dokusu yağ asitleri kompozisyonu değerleri. (n=3 toplam yağ asitlerinin yüzdesi olarak ifade edilmektedir).

	BAŞ	BY	60SKK	80SKK	100SKK
14:0	2,10 ± 0,15	2,05 ± 0,05 ^a	1,19 ± 0,04 ^b	1,21 ± 0,11 ^b	1,25 ± 0,01 ^b
15:0	0,48 ± 0,03	TE	TE	TE	TE
16:0	21,54 ± 0,31	22,34 ± 0,67 ^b	21,13 ± 0,23 ^{bc}	20,44 ± 0,5 ^{ac}	19,36 ± 0,12 ^a
17:0	0,72 ± 0,02	0,62 ± 0,05	0,85 ± 0,00	0,64 ± 0,02	0,6 ± 0,00
18:0	9,02 ± 0,39	10,74 ± 0,32 ^{bd}	12,06 ± 0,36 ^c	11,61 ± 0,68 ^{cd}	10,44 ± 0,59 ^b
16:1n-7	3,59 ± 0,16	3,04 ± 0,09	1,96 ± 0,11 ^a	2,09 ± 0,18 ^a	2,09 ± 0,06 ^a
18:1n-9	28,01 ± 0,31	22,14 ± 1,10	22,50 ± 0,66	22,44 ± 0,57	22,95 ± 0,82
20:1n-9	1,98 ± 0,12	2,39 ± 0,17 ^c	1,58 ± 0,10 ^b	1,38 ± 0,04 ^{ab}	1,17 ± 0,05 ^a
22:1n-9	1,83 ± 0,09	2,43 ± 0,07	2,45 ± 0,70	2,63 ± 0,02	2,56 ± 0,09
18:3n-3	2,12 ± 0,08	1,39 ± 0,06 ^a	1,74 ± 0,14 ^b	2,15 ± 0,11 ^c	2,60 ± 0,03 ^d
20:3n-3	0,77 ± 0,02	0,70 ± 0,03 ^a	0,70 ± 0,03 ^a	0,76 ± 0,01 ^b	0,77 ± 0,01 ^b
20:5n-3	1,48 ± 0,07	2,59 ± 0,21 ^b	2,22 ± 0,17 ^{bc}	2,12 ± 0,09 ^c	2,14 ± 0,11 ^c
22:6n-3	9,40 ± 0,43	12,54 ± 0,89 ^{bc}	12,60 ± 0,89 ^{bd}	11,53 ± 0,54 ^{acd}	11,37 ± 1,09 ^{acd}
18:2n-6	11,93 ± 0,45	9,91 ± 0,22 ^a	13,53 ± 0,54 ^b	15,29 ± 0,53 ^c	17,03 ± 0,08 ^d
20:2n-6	0,98 ± 0,04	1,20 ± 0,03	1,24 ± 0,07	1,19 ± 0,00	1,13 ± 0,02
20:3n-6	0,56 ± 0,13	0,53 ± 0,01 ^a	0,66 ± 0,00 ^b	0,61 ± 0,01 ^b	0,64 ± 0,01 ^b
20:4n-6	0,31±0,04	0,33±0,04	0,26±0,00	0,28±0,04	0,24±0,05
ΣSFA	33,71 ± 0,72	35,76 ± 1,00 ^{bd}	34,67 ± 0,74 ^{bc}	33,90 ± 1,05 ^{ab}	31,65 ± 0,69 ^a
ΣMUFA	35,41 ± 0,09	30,00 ± 1,30	28,49 ± 1,57	28,50 ± 0,56	28,77 ± 0,82
ΣPUFA	27,53 ± 1,04	29,15 ± 1,14 ^a	33,24 ± 1,38 ^b	33,94 ± 0,48 ^b	35,92 ± 1,15 ^b
Σ n-3 PUFA	13,76 ± 0,48	17,21 ± 1,12	17,97 ± 1,68	16,57 ± 0,57	16,88 ± 1,21
Σn-6 PUFA	13,77 ± 0,55	11,94 ± 0,22 ^a	15,19 ± 0,80 ^b	17,34 ± 0,52 ^c	19,10 ± 0,06 ^c
n-3/n-6	1,00 ± 0,01	1,44 ± 0,10 ^a	1,18 ± 0,16 ^{bc}	0,96 ± 0,06 ^{bc}	0,88 ± 0,07 ^c

4.5.4. Karaciğer Dokusu Yağ Asitleri Kompozisyonu

Deneme sonunda alınan balık örneklerinin karaciğer yağ asidi kompozisyonu değişimleri Çizelge 1.13’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 oleik asit (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 linoleik asit (18:2n-6) en yüksek 100SKK' da bulunmuş ve bitkisel yağ kaynakları kullanım miktarının artması ile artma eğiliminde olduğu saptanmıştır. α -linolenik asit (18:3n-3) en yüksek 60SKK grubundaki bireylerde bulunmuştur ($P<0.05$). Karaciğer yağ asitleri sınıfları içerisinde 20:3n3 yağ asiti miktarı balık yağı değiştirilme oranı ile önemli oranda artış göstermiş ve 80 ve 100SKK gruplarından elde edilen değerler istatistiksel açıdan diğer deneme gruplarındaki değerlerden önemli oranda yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). 18:3n6 ve 20:3n6 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 (Çizelge 1.13). DHA (22:6n-3) miktarı açısından 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 ($P<0.05$).

Çizelge 1.12. Karaciğer dokusu yağ asitleri kompozisyonu değerleri (n=3 toplam yağ asitlerinin yüzdesi olarak ifade edilmektedir).

	BAŞ	BY	60SKK	80SKK	100SKK
14:0	2,42 ± 0,20	3,70±0,02 ^c	2,48±0,05 ^b	2,17 ± 0,03 ^a	2,12 ± 0,02 ^a
15:0	0,56 ± 0,04	0,27±0,24 ^{ad}	0,50±0,01 ^c	0,44 ± 0,02 ^d	0,37 ± 0,00 ^a
16:0	23,36 ± 0,74	19,24±0,19 ^c	15,98±0,03 ^b	15,21 ± 0,15 ^{ab}	14,50 ± 0,03 ^a
17:0	0,87 ± 0,02	0,58±0,01 ^b	0,55±0,01 ^b	0,55 ± 0,01 ^b	0,49 ± 0,01 ^a
18:0	9,55 ± 0,02	8,41±0,16 ^c	5,78±0,21 ^a	6,38 ± 0,11 ^b	6,05 ± 0,24 ^{ab}
20:0	0,50 ± 0,00	TE	0,34±0,01	0,36 ± 0,01	0,38 ± 0,02
16:1n-7	4,88 ± 0,15	5,40±0,01 ^c	5,58±0,11 ^c	5,15 ± 0,04 ^b	4,61 ± 0,05 ^a
17:1n-7	0,57 ± 0,01	0,57±0,00 ^a	0,65±0,02 ^b	0,63 ± 0,01 ^b	0,58 ± 0,01 ^a
18:1n-9	31,63 ± 0,19	36,91±0,08 ^b	38,04±0,32 ^c	37,60 ± 0,12 ^c	38,99 ± 0,15 ^d
20:1n-9	1,59 ± 0,03	1,64±0,02 ^a	1,91±0,02 ^b	3,23 ± 0,04 ^c	3,51 ± 0,10 ^d
22:1n-9	1,06 ± 0,08	0,96±0,02 ^c	0,55±0,02 ^{ab}	0,61 ± 0,00 ^b	0,49 ± 0,00 ^a
24:1n-9	TE	TE	0,18±0,01	TE	TE
18:3n-3	2,74 ± 0,04	2,85±0,04 ^c	2,88±0,03 ^c	1,81 ± 0,01 ^b	1,65 ± 0,03 ^a
20:3n-3	0,81 ± 0,04	0,66±0,01 ^a	0,70±0,01 ^a	0,78 ± 0,00 ^b	0,84 ± 0,01 ^c
20:5n-3	0,54 ± 0,00	0,65±0,00 ^c	0,42±0,00 ^b	0,36 ± 0,01 ^a	0,34 ± 0,02 ^a
22:6n-3	5,22 ± 0,55	5,73±0,21 ^c	2,47±0,06 ^b	2,00 ± 0,07 ^{ab}	1,74 ± 0,06 ^a
18:2n-6	TE	9,63±0,07 ^a	17,86±0,16 ^b	20,20 ± 0,04 ^c	20,73 ± 0,16 ^c
20:2n-6	1,11 ± 0,05	0,81±0,00 ^a	0,86±0,01 ^b	0,95 ± 0,01 ^c	1,01 ± 0,00 ^d
18:3n-6	TE	TE	0,45±0,03	0,35 ± 0,01	0,37 ± 0,01
20:3n-6	TE	TE	0,36±0,00	0,32 ± 0,00	0,37 ± 0,01
20:4n-6	0,24±0,05	0,23±0,02 ^a	0,29±0,04 ^b	0,30±0,01 ^b	0,32±0,06 ^b
ΣSFA	37,26 ± 0,99	32,21±0,28 ^c	25,53±0,41 ^b	25,12 ± 0,30 ^{ab}	23,90 ± 0,28 ^a
ΣMUFA	39,73 ± 0,22	45,48±0,07 ^b	46,91±0,40 ^c	47,22 ± 0,16 ^c	48,18 ± 0,02 ^d
ΣPUFA	18,95 ± 1,13	20,57±0,15 ^a	26,30±0,14 ^b	27,07 ± 0,11 ^b	27,37 ± 0,24 ^b
Σ n-3 PUFA	6,30 ± 0,89	9,89±0,18 ^b	6,47±0,04 ^a	4,95 ± 0,09 ^c	4,57 ± 0,06 ^c
Σn-6 PUFA	12,65 ± 0,24	10,66±0,06 ^a	19,83±0,16 ^c	22,11 ± 0,04 ^d	22,80 ± 0,18 ^c
n-3/n-6	0,50 ± 0,06	0,93±0,02 ^c	0,33±0,00 ^b	0,22 ± 0,00 ^a	0,20 ± 0,00 ^a

4. 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 (Lovell, 1988; El-Saidy ve Gaber, 2002; Webster ve ark., 2016). *Oreochromis niloticus* kullanılarak gerçekleştirilen önceki çalışmalar çeşitli alternatif bitkisel ve hayvansal protein kaynaklarının bireysel veya karışımlarının formülasyonlardaki balık ununun belli oranları veya tamamı yerine kullanımlarının büyüme ve gelişme parametrelerinde herhangi bir olumsuzluğa neden olmadan kullanılabileceğini işaret etmektedir (Ng ve Wang, 2011; Webster ve ark., 2016; Koch ve ark., 2016). Bununla birlikte çeşitli önemli yetiştiriciliği yapılan türlerde alternatif protein ve yağ kaynaklarının beraber kullanımlarının büyüme parametreleri ve beslenme fizyolojisi üzerine etkilerini anlamaya yönelik denemelere (Benedito-Palos ve ark., 2007; Torstensen ve ark., 2008; Protoomyot ve ark., 2010; Matos ve ark., 2012) son yıllarda hız verilmekle birlikte tilapya türlerinde bu gibi çalışmalar oldukça azdır. Bu çalışmada juvenil tilapya formülasyonlarında daha iyi bir büyüme ve gelişme performansı gösterebilmeleri için Thompson ve ark. (2012) tarafından bulunan minimum 200 g Balık Unu/kg yem miktarı temel alınarak kontrol yemi balık unu ham protein miktarının %50 sinin Soya Fasulyesi Küspesi (SFK) ham proteini ve balık yağının tamamının artan üst limit oranlarında, sırasıyla %60, 80 ve 100, soya, kanola ve keten tohumu yağları ile değiştirilmesinin büyüme parametreleri ve tüm vücut, kas ve karaciğer dokusu amino asit ve yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkileri incelenmiştir. SBO, YEO ve PEO gibi büyüme parametrelerinde gruplar arasında herhangi bir istatistiksel farklılığın görülmemesi deneme yemlerinin yetiştiricilik koşullarında *Oreochromis niloticus* un 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 (Çizelge 1.5). 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 grldği dikkate alındığında Nil tilapya­larının yemlere NRC (1993) de belirtilen juvenil Nil tilapya­larının esansiyel amino asit ihtiyaçları göz önüne alınarak dışarıdan eklenen L-lizin ve DL-metiyonini etkin bir Şekilde kullandıklarını göstermektedir. Amino asit kompozisyonlarının dengesizliği yanında hemen hemen bütün bitkisel kaynaklı proteinler proteaz inhibitörleri (rneğin soya ürünlerindeki tripsin inhibitörü gibi), lektinler, fitik asit, saponin, anti-vitamin etkenleri ve yüksek oranda nişasta tabiyatında olmayan polisakkarit ve oligosakkaritler gibi diğer önemli anti-besleme faktörlerine (ANF) sahiptirler (Webster ve ark., 2016). Bu nedenle bu çalışmada kullanılan soya fasülyesi ks­esinin ANF lerinin birim yem miktarında kabul edilebilir oranlarda kalması (herne kadar ölçülmemiş olsada) ve dengeli esansiyel yağ asitleri kompozisyonları da gruplar arasında büyüme parametreleri açısından farklılığın görülmemesinde açıklayıcı olabilir.

Soya fasülyesi ürünlerinin (küspe, tam yağlı unları ve protein konsantrelerinin) balık unu yerine büyümeyi engellemeden tilapya ve diğer yetiştiriciliği yapılan önemli balık türlerinin yem formülasyonlarında 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 (Ketola, 1982; El-Saidy ve Gaber, 2002; Furuya ve ark., 2004; Dias ve ark., 2009; Murray ve ark., 2010; Pratoomyot ve ark., 2010; Figueiredo-Silva ve ark., 2015; Webster ve ark., 2016; Al-Faky ve ark., 2016; Koch ve ark., 2016). Benzer Şekilde Furuya ve ark. (2004) juvenil Nil tilapya­larında (5.3 g ortalama ağırlığa sahip) yem ham protein seviyesinin yaklaşık %85 inin soya fasülyesi ks­esinden karşılandığı ve esansiyel amino asitlerden L-lizin, DL-metiyonin ve L-treonin ile (ideal protein kavramı dikkate alınarak Nil tilapya­ları karkas amino asit profillerini taklit edecek Şekilde katılım esasına göre) veya di kalsiyum fosfat ile desteklenen veya desteklenmeyen Şeklinde hazırlanan deneme yemleri ile 85 günlük büyüme performansı parametrelerini incelemişlerdir. Deneme sonunda sadece Di Kalsiyum 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

gerçekleşmiş ve sonuç olarak ANF lere yönelik tedbirler alınarak ve yem esansiyel amino asit kompozisyonlarının düzeltilmesi koşuluyla Nil tilapyalarda bitkisel kaynaklı proteinlerin balık unu yerine tamamıyla kullanılabilceği belirtilmiştir (Furuya ve ark., 2004). Figueiredo ve ark. (2016) tarafından yapılan en son çalışmada da artan oranlarda DL-methionine (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 beslenen hibrid tilapyalarda (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mossambicus*) 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. Koch ve ark. (2016) ise *Oreochromis niloticus* ta balık unu içermeyen ticari yem formülasyonlarının olabirliğini test ettikleri çalışmaları 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, metionin ve taurin ile desteklenerek hazırlanan yemin en iyi büyüme performansı ve büyüme parametrelerini elde ettiğini göstermişler ve yem formülasyonlarında öngörülen ideal amino asit profillerinden sapmanın bu profili tutturabilmek için kullanılan yem protein kaynaklarının kombinasyonlardaki miktarlarından daha önemli bir konu olduğu kanısına varmışlardır. 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 (Espe ve Lied, 1994; Yamamoto ve ark., 1998; Larsen ve ark., 2012).

Yemlerinde soya fasülyesi küspesi ve artan oranlarda bitkisel yağ karışımları içeren yemler ile beslenen tilapyalarda (60SKK, 80SKK ve 100SKK grupları) tüm vücut ve kas dokusu besin bileşenlerine bakıldığında (Çizelge 1.6 ve Çizelge 1.8) 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 (Çizelge 1.8). 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 (linolenik) ve 18:2n-6 (linoleik) yağ asitlerinin Nil tilapyaları tarafından öncelikli olarak enerji sağlamak üzere β -oksidasyona uğratıldıkları ve bu sayede proteinden ekonomi yaptırılabilirdiği anlaşılmaktadır (detaylar için bkz. takip eden paragraflar) (Torstensen ve ark., 2004; Turchini ve ark., 2011; Lim ve ark., 2011; Eroldoğan ve ark., 2013; Francis ve Turchini, 2017).

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 tilapyaları 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 (Izquierdo ve ark., 2005; Montero ve ark., 2005; Karapanagiotidis ve ark., 2007; Ng ve Wang 2011; Li ve ark., 2016). 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 18:2n6 ca zengin bitkisel yağların (soya, mısır ve ayçiçek tohumu yağları) büyüme ve gelişmede 18:3n3 ce zengin bitkisel yağlara göre daha etkin oldukları ve kaliteli yağ kaynakları olarak değerlendirilmişlerdir (Takeuchi ve ark., 1983; Yıldırım-Aksoy ve ark., 2007). Bununla birlikte tilapya dahil bütün tatlı su balıklarının C_{18} PUFA ları (18:2n6 ve 18:3n3 linoleik ve linolenik 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 18:3n6 ve 20:3n6 yağ asitleri sınıflarının önemli oranda yüksek bulunması 18:2n6 nın 20:4n6 (araşidonik asit) yağ asitine biyoçevrim mekanizmasının aktive edildiğinin kanıtı olabilir. Benzer sonuçlar Nil tilapyaları 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 ¹⁴C ile etiketlenmiş yağ asitlerinin enjeksiyonu yoluyla gösterilmiştir (Olsen ve ark. 1990; Tocher ve ark., 2002; Visentainer ve ark., 2005; Teoh ve ark., 2011). Tocher ve ark. (2002) Nil tilapyalarda 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 tilapyalarda her zaman mevcut olduğunu fakat aktivitelerinin LC-PUFA lar tarafından inhibe edilebileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada Nil tilapyalarda 18:3n3 den 22:6n3'e biyoçevrim mekanizmasında rol alan elongasyon ve desaturasyon enzimlerini aktive edemediği ara metabolitlerinden 20:3n3 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. Teoh ve ark. (2011) nin yapmış olduğu 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 tilapyaları ve melez tilapyalarda bitkisel yağ karışımları ile beslenen tilapyalarda balık yağı ile beslenen gruba göre önemli oranda yüksek n-6 ve n-3 LC PUFA içerdiklerini bulmuşlardır. Ayrıca çalışmanın daha etkin bir 18:2n6 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 (Teoh ve ark., 2011). 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 tilapyalarda 18:2n6 dan n-6 LC-PUFA biyoçevrim kapasitesinin Teoh ve ark. (2011) deki 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 20:5n3 miktarlarında yemdeki miktarlarına bağlı bir azalma görülürken, 22:6n3' ün daha çok depo edildiği saptanmıştır (Izquierdo ve ark., 2003; Teoh ve ark., 2011; Eroldoğan ve ark., 2013; Li ve ark., 2016). Benzer sonuçlar balık yağı yerine artan oranlarda keten tohumu yağı kullanılarak Li ve ark. (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışma ile de gösterilmiş olup genetik olarak iyileştirilen Nil tilapyaları (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 (Karapanogiotidis ve ark., 2007). Deneme sonunda balık tüm vücut ve kas dokusu örneklerinde, yem yağ asitleri ile karşılaştırıldığında yüksek oranda SFA ve MUFA yağ asitleri tespit edilmiştir. Teoh ve ark. (2011)'nin GIFT ve kırmızı melez tilapyalarda gösterdiği gibi bu durum, hernekadar bu çalışmada yağ asitleri metabolizmasının detaylandırılması amacıyla tüm vücut yağ asitleri denge metodu kullanılmamışsa da, tilapyalarda *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 Teoh ve ark. (2011) tarafından rapor edilmiştir. 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 (Olsen ve ark., 1990; Drew ve ark., 2007; Piedacausa ve ark., 2007; Lim ve ark., 2011; Eroldoğan ve ark., 2013).

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.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, yemlerde soya küspesi ve bitkisel yağ kaynakları karışımlarının birlikte kullanılmasının Nil tilapyaalarında büyüme parametreleri, tüm vücut ve doku aminoasit ve yağ asitleri kompozisyonları üzerine etkileri incelenmiştir. Yem formülasyonu 1. Rasyon, SFK içermeyen balık unu ve balık yağından oluşan rasyonu hazırlanmış (kontrol yemi). 2., 3., 4. Rasyon' lar ise balık unu ham proteininin % 50' sinin soya fasulyesi küspesinden gelen, yağ içeriklerinin' de %60, %80, %100 oranında olacak şekilde hazırlanmıştır.

- Deneme sonunda büyüme performansı açısından gruplar arasında önemli herhangi bir istatistiksel farklılık görülmemekle birlikte en iyi canlı ağırlık artışı BY grubundaki bireylerde, spesifik büyüme oranının ise 100 SKK grubundaki bireylerinde, en düşük canlı ağırlık kazancının ise 80 SKK grubu bireylerinde olduğu bulunmuştur.
- Denemede, yem etkinlik oranı, spesifik büyüme oranı, protein etkinlik oran 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 kullanılabilmelerine imkân sağlayabileceği kanısı oluşmaktadır.
- Önemli oranda olmasada tüm vücut ve kas dokusu ham protein miktarları BY grubuna göre 60 SKK, 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 (18:2n-6) miktarına bakıldığı zaman en yüksek değerlerin 100 SKK grubundaki bireylerde, en düşük değerlerin BY, 60 SKK ve 80 SKK grubundaki bireylerde olduğu bulunmuştur. α -linolenik asit (18:3n-3) miktarına bakıldığında en yüksek değerlerin BY grubundaki bireylerde, en düşük değerlerin 100 SKK, 80 SKK, 60 SKK 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 tilapularının 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 tilapularının tüm vücut ve doku örnekleri yağ asitleri kompozisyonlarında n-6 LC-PUFA biyosentez metabolizması ara metabolitlerinden 18:3n6 ve 20:3n6 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 kullanılabileceği 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 Tilapya balıkları (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) 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 ta işsizliğin azaltılmasında önemli adımlar atılabilecektir.

- Balıkentinin besinsel değerini içerdiği yağ miktarının önemli bir kısmının özellikle kalp damar hastalıklarının engellenmesinde büyük önem taşıyan çoklu doymamış yağ asitlerinden ω - 3 serisinden oluşması artırmaktadır. Balık yağı çok zengin bir EPA (Eicosapentaenoic asit, 20:5n-3) ve DHA (Docosahexaenoic asit, C22:6n-3) kaynağı olmasına karşın balık yemlerinde kullanılması planlanan bitkisel kaynaklı yağların büyük bir kısmını linoleik asit (LA, 18,2n-6), linolenik asit (LNA, 18:3n-3) ARA (araşidonik asit), EPA ve DHA 'ya Δ 5 ve Δ 6 desaturasyon enzimlerini kullanarak çevirebildiklerini göstermiştir. Bu denemede kullanılacak yağlardan soya, kanola ve keten tohumu yağları karışımının tilapya balıklarında büyüme ve tüm vücut ve karaciğer yağ asitleri kompozisyonu ve HUFA ların biyosentezinde önemli olabilecek metabolitlerin desaturasyon enzimleri ile oluşturulmalarına yönelik literatürde sınırlı bilgilerimiz mevcut bulunmaktadır. Bu bağlamda çalışmadan elde edilen sonuçların balık yemlerinde bitkisel kaynaklı yağların kullanılabilirliğine yönelik orijinal sonuçların elde edilmesine neden olacağı ve literatürdeki boşluğu doldurabileceği umulmaktadır.

KAYNAKLAR

Abel, H., Becker, K., Meske, C., Friedrich, W. (1984). Possibilities of Using Heat-treated Full-fat Soybean in Carp Feeding. *Aquaculture*, 42:97-108.

Albrektsen S., Mundheim H., Aksnes A. (2006). 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* 261 : 626 – 640.

Al-Feky, S.S.A., El-Sayed, F.M.A., Ezzat, A.A. (2016). Dietary taurine enhances growth and feed utilization in larval Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed soybean meal based diets. *Aquacult. Nutr.* 22: 457-464.

AOAC (1990). Official Methods of Analysis of AOAC International, AOAC International, Arlington, VA.

Bahurniz, O.M., Ng W.K. (2007). 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* 261:382-392.

Bell, J.G., Mcevoy, J., Tocher, D.R., Mcghee, F., Campbell, P.J. and Sargent, J.R. (2000). 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* 131: 1535-1543.

Bell, J.G., Koppe, W., 2011. Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds, CRC Press London, pp.21-60. *Beyond*, vol. 1, pp. 3–6.

Benedito-Palos, L., Saera-Vila, A., Caldach-Giner, J. A., Kaushik, S., & Pérez Sánchez, J. (2007). 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*, 267(1), 199-212.

Bureau, D.P., Cho, C.Y. (2000). Nutritive value of rendered animal protein ingredients for fish. Outline of recent studies. <http://www.uoguelph.ca/fishnutrition>.

Caballero, M.J., Obach A., Rosenlund, G., Montero, D., Gısvold, M., Izquierdo, M.S. (2002). Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 214: 253-271.

Cabellero M.J., Izquierdo M.S., Kjorsvik, E., Montero, D., Socorro J., Fernandez A.J., Rosenlund G. (2003). Morphological aspect of intestinal cells from gilt head sea bream (*Sparus aurata*) fed diets containing different lipid sources. *Aquaculture* 225:325-340.

Cheng, Z.J., Hardy, R.W., (2002). 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*, 8: 271– 277.

Collins, S.A., Desai, A.R., Mansfield, G.S., Hill, J.E., Van Kessel, A.G., Drew, M. D. (2012). 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* 344-349: 90-99.

Czesny, S., Dabrowski, K. (1998). The effects of egg fatty acid concentrations on embryo viability in wild and domesticated Walleye (*Stizostedion vitreum*). *Aquatic Living Resources* 11:371-378.

Dias, J., Conceição, L. E., Ribeiro, A. R., Borges, P., Valente, L. M., & Dinis, M. T. (2009). Practical diet with low fish-derived protein is able to sustain growth performance in gilthead seabream (*Sparus aurata*) during the grow-out phase. *Aquaculture*, 293(3), 255-262.

Drew, M.D., Ogunkoya, A.E., Janz, D.M., Van Kessel, A.D., (2007). 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* 267: 260 – 268.

El-Saidy, D.M.S. ve Gaber, M.M.A. (2002). Complete replacement of fish meal by soybean meal with L-lysine supplement for Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* fingerling. *J. World Aquacult. Soc.* 33:297-306.

Eroldoğan, O.T., Yılmaz, H.A., Turchini, G.M., Arslan, M., Sirkecioğlu, N.A., Engin, K., Özşahinoğlu, I., Mumoğullarında, P. (2013). Fatty acid metabolism in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*): Effects of n-6 PUFA and MUFA in fish oil replaced diets. *Fish Physiol. Biochem.* 39: 941-955.

Espe, M., Lied, E. (1994). 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.* 107A: 249-254.

Ferrera D.S., De Araujo F.G., Costa D.V., Rosap. P.V., Figueredo H.C.P., Murgas, L.D.S., (2011). Influence of dietary oil source on muscle composition and plasma lipoprotein concentrations in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *J. World Aquacult. Soc* 42:24-33.

Figueiredo-Silva, C., Lemme, A., Sangsue, D., Kiriratnikom, S. (2015). 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.* 21: 234-241.

Flotero, E.A.T., Bayer, R.C., Brown, P.B. (2000). The Effects of Soybean-Based Diets, with and without Amino Acid Supplementation, on Growth and Biochemical Composition of Juvenile American Lobster, *Homarus americanus*. *Aquaculture*, 189: 211-235.

Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497-509.

Fontainhas-Fernandes, A., E. Gomes, M. A. Reis-Henriques, J. Coimbra. (1999). Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of Nile tilapia: digestibility and growth performance. *Aquaculture International* 7: 57-67.

Food And Agriculture Organization (FAO), (2010). *Faostat*. Rome, Food and Agriculture Organization. <http://faostat.fao.org/default.aspx>.

Food And Agriculture Organization World Fisheries statistics, (FAO), (2012). *The State of World Fisheries and Aquaculture* <http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e00.htm>

Francis, D.S., Turchini, G.M. (2017). 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* 468: 184-192.

Furuya, W.M., Pezzato, L.E., Barros, M.M., Pezzato, A.C., Furuya, V.R.B., Miranda, E.C. (2004). 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.* 35: 1110-1116.

Glencross, Brett D., Turchini Giovanni M. 2011. *Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds*, CRC Press London, pp.373-404.

Gomes, E.F., Rema, P., Kaushik, S.J. (1995) Replacement of fish meal by plant proteins in the diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*: 130, 177–186.

Hardy, R.W., (2006). Fishmeal prices drive changes in fish feed formulations. *Aquaculture Magazine* 32, 28-31.

Izquierdo, M.S., Montero, D., Robaina, L., Cabellero, M.J., Rosenlund, G., Gines, R. (2005). 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* 250, 431-444.

Jackson, A. J., B. S. Capper and A. J. Matty. (1982). Evaluation of some plant proteins in complete diets of the tilapia *Sarotherodon mossambicus*. *Aquaculture*, 27: 97-109.

Kanazawa A., Teshima S., Sakamoto M., Awal M.A. (1980). Requirement of *Tilapia zilli* for essential fatty acids. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 46:1353-1356

Karapanagiotidis I.T., Bell M.V., Little, D.C., Yakupitiyage, A. (2007). Replacement of dietary fish oils by alpha-linolenic acid rich oils lowers omega-3 content in tilapia flesh. *Lipids* 42:547-559.

Kaushik, S.J. (2004). Fish oil replacement in aquafeeds. *Aqua Feeds: Formulation and Beyond* 1(1), 3-6.

Kaushik, S.J. (2004). Nutrient Requirements and feeding of finfish for aquaculture. Eds. C.D. Webster and C.E. Lim. CABI Publishing. 411 pp.

Ketola H.G. (1982). Amino acid nutrition of fishes: requirements and supplementations of diets. *Comparative Biochemistry and Physiology* 73B:17-24.

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. (2016). Optimising fish meal free commercial diets for Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 452: 357-366.

Larsen, B. K., Dalsgaard, J., & Pedersen, P. B. (2012). Effects of plant proteins on postprandial, free plasma amino acid concentrations in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 326, 90-98.

Li, F.J., Lin, X., Lin, S.M., Chen, W.Y., Guan, Y. (2016). Effects of dietary fish oil substitution with linseed oil on growth muscle fatty acid and metabolism of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquacult. Nutr.* 22:499-508.

Lim, C., Yıldırım-Aksaoy, M., Klesius, P. (2011). Lipid and fatty acid requirements of Tilapias. *North American Journal of Aquaculture* 73:188-193.

Lucas, B., Stoelo, A. (1982). Amino acid determinations in pure proteins, foods, and feeds using two different acid hydrolysis method. *Anal. Biochem.* 123: 349-356.

Matos, E., Gonçalves, A., Bandarra, N., Colen, R., Nunes, M. L., Valente, L. M., & Dias, J. (2012). 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*, 358, 205-212.

Mérida S.N., Tomás-Vidal, A., Martínez-Llorens, S., Cerdá, M.J., (2010). Sun flower meal as a partial substitute in juvenile sharpsnout sea bream (*Diplodus puntazzo*) diets: Amino acid retention, gut and liver histology. *Aquaculture* 298 : 275– 281.

Metcalf, L., Schmitz, A. (1961). The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.* 33:363-364.

Montero, D., Robania, L., Caballero, M.J., Gines, R. and Izquierdo M.S. (2005). 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* 248: 121-134.

Morris, T. C., Samocha, T. M., David, D. A., Fox, J. M. (2011). Cholesterol supplements for *Litopenaeus vannamei* reared on plant based diets in the presence of natural productivity. *Aquaculture*, 314,140-144.

Murray, H. M., Lall, S. P., Rajaselvam, R., Boutilier, L. A., Blanchard, B., Flight, R. M., Colombo, S., Mohindra, V., Douglas, S. E. (2010). A nutrigenomic analysis of intestinal response to partial soybean meal replacement in diets for juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus*, L. *Aquaculture*, 298(3), 282-293.

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. (2000). Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405, 1017–1024.

Ng, W. K., & Wang, Y. (2011). 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*, 314(1), 122-131.

Nguyen, T.N., Davis, D.A. (2008). 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*, 247-253.

Nordrum, S., Krogdahl, A., Rosjo, C., Olli, J.J., Holm, H. (2000). Effects of methionine, Cysteine and Medium Chain Triglycerides on Nutrient Digestibility, Absorbtion of Amino Acids Along the Intestinal Tract and Nutrient Retention in Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) Under Pair-Feeding Regime. *Aquaculture*, 286: 341-360.

NRC (National Research Council) (1993). Nutritional requirements of fish. National Academic Press, Washington DC, US, pp. 114.

Olsen, R.E., Henderson, R.J., McAndrew, B.J. (1990). The conversion of linoleic acid and linolenic acid to longer chain polyunsaturated fatty acids by tilapia (*Oreochromis niloticus*) in vivo. *Fish Physiol. Biochem.* 8:261-270.

Piedecausa, M.A., Mazon, M.J., Garcia, B., Hernandez, M.D. 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*), *Aquaculture*, 263: 211-219.

Polat, A., (1999). 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*, 23:173-178.

Pratoomyot, J., Bendiksen, E.A., Bell, J.G. & Tocher, D.R. (2010) 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* 350: 124-132.

Richard, N., Mourente, G., Kaushik, S., Corraze, G. (2006). 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*, 261: 1077-1087.

Sanz, A., Morales, A. E. Higuera, M. and Cardenete, G. (1994). Sunflower meal compared with soybean meal as partial substitutes for fish meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets: protein and energy utilization, *Aquaculture*, 128: 287-300.

Shiau, S.Y. (2002). Tilapia, *Oreochromis* spp. In : Webster, C.D. and Lim, C. (Eds), *Nutrient Requirement and Feeding for Aquaculture*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 273-293.

Storebakken, T., Shearer, K.D., Roem, A.J. (2000). 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* 6: 103-108.

Tacon, A.G.J., Metian, M. (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects. *Aquaculture*, 285: 146–158.

Tacon, A.G.J. (2004). Use of fish meal and fish oil in aquaculture: a global perspective. *Aquatic Resources, Culture and Development*, 1, 3–14.

Takeuchi, T., Satoh, S., Watanabe, W. (1983). Dietary lipids suitable for practical feed of *Tilapia nilotica*. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 49-1361-1365.

Teoh, C.Y., Turchini, G.W., Ng W.K. (2011). 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* 312:126-136

Thompson, K.R., Velasquez, A., Patterson, J.T., Metts, L.S., Webster, C.D., Brady, Y.J., Gannam, A.L., Twibel, R.G., Ostrund, S.L. (2012). 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.* 74: 365-375.

Tocher, D.R., Dick, J.R. (1999). 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.* 21:257-267.

Tocher, D.R., Angaba, M., Hastings, N., Bell, J.G., Dick, J.R., Teale, A.J. (2002). Nutritional regulation of hepatic fatty acids desaturation and polyunsaturated fatty

acid composition in zebra fish (*Danio rerio*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish Physiol. Biochem.* 24:309-320.

Torstensen, B.E., Frøyland, L., Lie, Ø (2004). Replacing dietary fish oil with increasing levels of rapeseed oil and olive oil: effects on Atlantic salmon (*Salmo salar*) tissue and lipoprotein lipid composition and lipogenic enzyme activities. *Aquacult. Nutr.* 10: 175-192.

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 (2008). 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* 285 :193– 200.

Tucker, J.W., Lellis, W.A., Vermeer, G.K., Roberts, D.E. and Woodward, P.N. (1997). The effects of experimental starter diets with different levels of soybean or menhaden oil on red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* 149: 323-339.

Turchini, G.M., Francis, D.S., Senadheera, S.P.S.D., Thanuthong, T., De-Silva, S.S. (2011). Fish oil replacement with different vegetable oils in Murray cod: Evidence of an omega-3 sparing effect by other dietary fatty acids. *Aquaculture* 315: 250-259.

Uysal, N., Bekcan, S. (2006). Tilapia 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.

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

Webster, C.D., Rawles, S.D., Koch, J.F., Thompson, K.R., Kobayashi, Y., Gannam, A.L., Twibel, R.G., Hyde, N.M. (2016). 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.* 22:976-988.

Wee, K. L., S. W. Shu. (1989). The nutritive value of boiled full-fat soybean in pelleted feed for Nile tilapia. *Aquaculture*, 81: 303-314.

Yamamoto, T., Akimoto, A., Kishi, S., Unuma, T., Akiyama, T. (1998). Apparent and true availabilities of amino acids from several protein sources for fingerling rainbow trout, common carp and red sea bream. *Fish. Sci* 64: 448-458.

Yıldırım-Aksoy, M., Lim, C., Davis, D.A., Klesius, P.H. (2007). 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* 19:29-49.

ÖZET

Bu çalışmada, Nil Tilapyaları (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) yemlerinde soya fasulyesi küspesi ve artan oranlarda bitkisel kaynaklı yağların karışımının balık unu ve balık yağı ile yer değiştirilmesinin büyüme performansı, tüm vücut amino asit ve yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkilerinin araştırılması hedeflenmiştir. Kontrol yemi balık unu ham proteini ve yağının sırasıyla % 50' sinin soya fasulyesi küspesinden karşılandığı ve balık yağında %60, %80, %100 oranlarında, EPA ve DHA hariç, balık yağı yağ asitleri kompozisyonunu taklit edecek soya, kanola ve keten tohumu yağları karışımından oluşturulan aynı protein ve yağ seviyelerine sahip dört farklı deneme yemi 90 gün süresince juvenil Nil tilapyalara (her tanka 16,24±0,66 g ortalama başlangıç canlı ağırlığa sahip 25 balık) günde 2 kez sabah (09:00-10:00) ve akşam (17:00-18:00) olmak üzere eşit miktarlarda toplam tank biomass ağırlığının %4'ü oranında beslenmiştir. Her grupta balık ortalama son ağırlıkları başlangıç canlı ağırlıklarının iki katından fazlasına ulaşmıştır ve takip edilen büyüme parametreleri açısından gruplar arasında herhangi bir istatistiksel farklılık oluşmamıştır ($P>0.05$). Yemlere soya küspesi ve artan oranlarda bitkisel yağ karışımları eklenmesinin tüm vücut ham protein değerlerinde balık unu ve yağı grubuna göre oransal olarak artışa, ham kül değerlerinde ise önemli oranda azalmaya neden olduğu bulunmuştur ($P<0.05$). Tüm vücut ve kas dokusu esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit değerlerinin birkaçı hariç yine soya ve bitkisel yağ karışımı katkılı gruplarda artma eğiliminde olduğu ve L-lizin ve DL-metiyonin katkısının genç Nil tilapyalarda 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 18:3n6 ve 20:3n6 yağ asitlerinin soya ve bitkisel yağ karışımları ile beslenen gruplardaki balık tüm vücut ve doku örneklerinde BY grubuna göre istatistiksel açıdan önemli oranda ($P<0.05$) yüksek olması Nil tilapyalara 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 tilapyalara büyüme, amino asit ve yağ asitleri

kompozisyonlarında ve bununla birlikte doku n-3/n-6 oranlarında olumsuz bir etkiye neden olmadığı ve karışımında yer alan daha önce denenmemiş kanola yağında kullanılabileceği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Oreochromis niloticus* , soya, kanola, ve keten tohumu yağı, büyüme parametreleri, amino asit kompozisyonu, yağ asitleri kompozisyonu