

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Celal ERBAŞ

**DÜŞÜK SICAKLIKTA BALIK YAĞI YERİNE KULLANILAN
BİTKİSEL YAĞ KAYNAKLARININ AVRUPA DENİZ
LEVREĞİ (*Dicentrarchus labrax* L.) VE ÇİPURA (*Sparus aurata*)
ÜZERİNE ETKİLERİ**

SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

ADANA-2021

ÖZ

DOKTORA TEZİ

DÜŞÜK SICAKLIKTAKI BALIK YAĞI YERİNE KULLANILAN BİTKİSEL YAĞ KAYNAKLARININ AVRUPA DENİZ LEVREĞİ (*Dicentrarchus labrax* L.) VE ÇİPURA (*Sparus aurata*) ÜZERİNE ETKİLERİ

Celal ERBAŞ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİK ANABİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. Oğuz TAŞBOZAN
Yıl: 2021, Sayfa: 176
Jüri : Doç. Dr. Oğuz TAŞBOZAN
: Prof. Dr. O. Tufan EROLDOĞAN
: Prof. Dr. Abdülkadir BAYIR
: Prof. Dr. Arzu ÖZLÜER HUNT
: Dr. Öğr. Üyesi B. Kaan TEKELİOĞLU

Bu çalışmada, düşük su sıcaklığında farklı bitkisel yağların (FY: Fındık yağı, KTY: keten tohumu yağı ve YFY: Yer fıstığı yağı), balık yağı (BY) ile değiştirilmesiyle hazırlanan yemlerle beslenen Çipura (*Sparus aurata*) ve Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax* L.) yavrularının 8 hafta süreyle beslenmesinin büyüme performansı, vücut kimyasal kompozisyonları ve n-3 uzun zincirli yağ asitleri (özellikle EPA ve DHA) oranı üzerine etkileri incelenmiştir. Sonrasında, balıklar 4 hafta boyunca tamamen balık yağı içeren yemlerle beslenmiş ve tekrar n-3 uzun zincirli yağ asitleri (özellikle EPA ve DHA) seviyeleri belirlenmiştir. Denemede 6 farklı grup (G1: %100 BY, G2: %50 BY+%50 FY, G3: %50 BY+ %50 YFY, G4: %50 BY+%50 KTY, G5: %50 FY+%50 KTY ve G6: %50 YFY+%50 KTY) kullanılmıştır. Bu amaçla, ortalama başlangıç ağırlıkları 33,7 g olan çipura yavruları ve 23,21 g olan levrek yavruları kontrollü koşullarda 36 adet fiber tanka (450L) 30'ar birey ve 3 tekerrürlü olacak şekilde stoklanmıştır. Deneme süresince, ortalama su sıcaklığı 15,6±0.5°C olarak belirlenmiştir. Deneme sonucunda, çipura yavrularında G6 grubunda final ağırlığı (100,16±0,96 g), spesifik büyüme oranı (1,81±0,04) ve yem çevirim oranı (1,21±0,25) diğer gruplara nazaran daha iyi bulunmuştur (P<0.05). Levrek yavrularında da aynı şekilde, G6 grubunda final ağırlığı (57,31±0,963 g), spesifik büyüme oranı (1,51±0,02) ve yem çevirim oranı (1,26±0,17) diğer gruplara nazaran daha iyi bulunmuştur (P<0.05). Bitkisel yağların kullanılmasıyla her iki balıkta da G5 ve G6 gruplarında n-3 uzun zincirli yağ asitleri (özellikle EPA VE DHA)'nde bir miktar azalmalar görülmüştür. Balık yağı içeren yemlerle besleme sonrasında, %10 ile %25 oranlarında geri kazanımların olduğu saptanmıştır. Besinsel kompozisyon verileri açısından, protein, kuru madde ve yağ seviyeleri gruplar arasında farklılık göstermiştir (P<0.05). Elde edilen sonuçlara göre, G6 grubu yeminin özellikle kış koşullarında çipura ve levrek için kullanılabileceği önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Sparus aurata*, *Dicentrarchus labrax* L., Kış koşulları, Bitkisel yağlar, Geri besleme.

ABSTRACT

PhD THESIS

THE EFFECTS OF VEGETABLE OIL SOURCES USED IN REPLACE OF FISH OIL AT LOW TEMPERATURE ON EUROPEAN SEA BASS (*Dicentrarchus labrax* L.) AND SEA BREAM (*Sparus aurata*)

Celal ERBAŞ

CUKUROVA UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES DEPARTMENT OF AQUACULTURE

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Oğuz TAŞBOZAN

Year: 2021, Page: 176

Jury : Assoc. Prof. Dr. Oğuz TAŞBOZAN

: Prof. Dr. O. Tufan EROLDOĞAN

: Prof. Dr. Abdülkadir BAYIR

: Prof. Dr. Arzu ÖZLÜER HUNT

: Asst. Prof. Dr. B. Kaan TEKELİOĞLU

In this study, the growth performance, body chemical composition and n-3 long chain fatty acids ratio (especially EPA and DHA) of sea bream (*Sparus aurata*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles fed with diets prepared by replacing different vegetable oils (HO: Hazelnut oil, LO: Linseed oil, and PO: Peanut oil) with fish oil during 8 weeks at low water temperature were investigated. Afterwards, fish fed with fish-oil containing feeds during 4 weeks and again n-3 long-chain fatty acids (especially EPA and DHA) levels were determined. In the trial, 6 different groups (G1:100% FO, G2:50% HO+50% FO, G3:50% FO+ 50% PO, G4: 50% FO+ 50% LO, G5: 50% LO+ 50% HO and G6: % 50 LO + 50% PO) were used. For this purpose, 36 fiberglass tanks (450L) were used and 30 sea bream fry with a mean weight of 33.7 g and 30 sea bass fry with a mean weight of 23.21 g were randomly stocked in each tank with 3 replications per treatment. During the experiment, the mean water temperature was determined as 15.6±0.5°C. As a result of the experiment, the final weight (100.16±0.96 g), specific growth rate (1.81±0.04) and feed conversion ratio (1.21±0.25) were better in the G6 group compared to the other groups in sea bream fry (P<0.05). Similarly, in sea bass fry, the final weight (57.31±0.963 g), specific growth rate (1.51±0.02) and feed conversion ratio (1.26±0.17) were found to be better in the G6 group compared to the other groups (P<0.05). It was observed that there were some decreases in the G5 and G6 groups of both fish in n-3 long chain fatty acids (especially EPA and DHA) by using vegetable oils. It has been determined that there are recovery rates of 10% to 25% after feeding with feeds containing fish oil. In terms of nutritional composition data, protein, dry matter and lipid levels differed between the groups (P<0.05). According to obtained results, it is suggested that G6 group feed can be used for sea bream and sea bass especially in winter conditions.

Key Words: *Sparus aurata*, *Dicentrarchus labrax*, winter conditions, vegetable oils, re-feeding

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Çalışmamızda, düşük su sıcaklıklarında farklı bitkisel yağların (FY: Fındık yağı, KTY: Keten tohumu yağı ve YFY: Yer fıstığı yağı), balık yağı (BY) ile değiştirilmesiyle hazırlanan yemlerle beslenen Çipura (*Sparus aurata*) ve Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yavrularının 8 hafta süreyle beslenmesinin büyüme performansı, vücut kimyasal kompozisyonları ve n-3 uzun zincirli yağ asitleri (özellikle EPA ve DHA) oranı üzerine olası etkileri incelenmiştir. Ayrıca, balıklar 4 hafta boyunca tamamen balık yağı eklenen ve yemlerle beslenmesi sonucunda, n-3 uzun zincirli yağ asitlerinin geri kazanımlarının (özellikle EPA ve DHA) belirlenmesine çalışılmıştır. Denemede 6 farklı grup (G1: %100 BY, G2: %50 BY+%50 FY, G3: %50 BY+ %50 YFY, G4: %50 BY+ %50 KTY, G5: %50 FY+ %50 KTY ve G6: %50 YFY + %50 KTY) kullanılmıştır. Denemede kullanılan ve ortalama başlangıç ağırlıkları 33,8±0,5 g çipura ve 23,2±0,5 g levrek yavruları tartım esnasında zarar görmemeleri için anestezi madde (phenoxyethanol; Sigma, St. Louis, MO) ile bayıltılmıştır.

Balık bireyleri fiberglas tanklara 30 adet ve 3 tekerrürlü olacak şekilde stoklanmıştır. Denemede balık bireyleri için 18 adet (6 grup * 3 tekerrür) olmak üzere toplamda 36 adet fiberglas tank kullanılmıştır. Deneme süresince tanklardaki su sıcaklıkları en düşük 14,5 °C ile en yüksek 16,5 °C arasında değişmiş ve çalışma boyunca kaydedilen sıcaklık değerleri ortalama 15,6±0,50 °C olarak belirlenmiştir. Deneme süresince ölçülen en yüksek ve en düşük O₂ değerleri 6,8 mg/L ve 5,30 mg/L olmuştur. Tuzluluk değeri ise ortalama %39 – 40 seviyelerinde seyretmiştir.

Deneme sonucunda, çipura yavrularında G6 grubunda final ağırlığı final ağırlığı (FA (g)) değerlerinde gruplar arasında istatistiksel açıdan fark bulunmuştur (p<0.05). En yüksek FA, G6 (100,2±0,9)'da bulunurken, bu grubu sırasıyla G1 (97,4±0,3), G2 (96,8±0,7), G3 (96,3±1,4), G4 (94,9±1,1) ve G5 (94,9±0,9) gruplarının izlediği görülmüştür. Aynı şekilde, spesifik büyüme oranı (SBO %/gün) gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar göstermiştir (p<0.05). En

yüksek SBO G6 ($1,8\pm0,04$)’da elde edilmiştir. Bu grubu G1 ($1,76\pm0,01$) ile G2 ($1,75\pm0,01$) ve ardından sırayla G3, G4 ve G5 izlediği görülmüştür. Yem çevrim oranlarının (YÇO) gruplar arasında istatistiksel olarak fark gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$). Grupların YÇO değerlerinde en yüksek sonuç G4 grubunda ($1,25\pm0,22$)’te gözlenirken, diğer araştırma guruplarında ise 1,23 ile 1,21 değerleri arasında değişmiştir. Deneme başlangıcında alınan balık örneklerinde yapılan analizler sonucu, nem miktarı $\%73,2\pm0,7$, ham kül $\%1,6\pm0,7$, protein $\%19,9\pm0,1$ ve lipit $\%5,9\pm0,3$ olarak bulunmuştur. Başlangıç KSİ ve VSI değerleri ise sırasıyla, $1,40\pm0,22$ ve $3,85\pm0,49$ şeklinde bulunmuş, ayrıca toplam yağ miktarı $0,89\pm0,39$ olarak belirlenmiştir.

Deneme sonunda tüm vücut protein kompozisyonu gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar göstermiştir ($p<0.05$). Buna göre G4 ve G5 gruplarında ham protein oranı sırayla $\%18,1\pm0,8$ ve $\%18,3\pm0,8$ değerleriyle diğer gruplara göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Diğer gruplarda protein oranı sırasıyla 17,7 $\pm$ 0,1 (G1), 17,8 $\pm$ 0,8 (G2), 17,6 $\pm$ 0,5 (G3) ve 17,4 $\pm$ 0,3 (G6) olarak saptanmıştır.

Çipura yavruları üzerinde yapılan, tüm vücut yağ analizleri sonucunda toplam n-3 serisi ($\Sigma n3$) gruplar arasında mg/g bakımından en yüksek değer 205,5 $\pm$ 1,27 ile G4 grubunda görülürken, en düşük değerler 125,0 $\pm$ 1,14 ile G2 ve 120,6 $\pm$ 1,17 ile G3 gruplarında olduğu saptanmıştır. Aynı profilde toplam n-6 serisi ($\Sigma n6$) gruplar arasında en yüksek mg/g değeri 166,2 $\pm$ 1,07 ile G6 grubunda olduğu belirlenmiştir. $\Sigma n3/ \Sigma n6$ oranlarında ise mg/g olarak gruplar arasında en yüksek değer 1,8 $\pm$ 0,15 değer ile G1 ve G4 gruplarında olduğu buna karşın diğer 4 grup arasında istatistiki farkın olmadığı görülmüştür. EPA/DHA oranı mg/g gruplar arasında farklılığın olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

Çipura yavrularında, deneme gruplar arasındaki protein sindirilebilirliği $\%93,5$ ile $\%95,5$ arasında değişkenlik, lipit sindirilebilirliğinin en yüksek olarak $\%88,3\pm2,1$ değerle G1 ve $\%88,7\pm0,5$ ile G5 gruplarda olduğu buna karşı en düşük değere $\%78,2\pm1,5$ ile G4 grubunda olduğu görülmüştür.

Levrek yavruları için FA (g) değerlerinde gruplar arasında istatistiksel açıdan fark bulunmuştur ($p<0.05$). Buna göre, en yüksek FA, G1 ($57,5\pm0,1$)’da ve G6 ($57,3\pm0,6$)’da bulunurken, bu grupları sırasıyla G3 ($56,4\pm1,1$), G4 ($55,8\pm0,8$), G2 ($55,1\pm0,2$), G5 ($55,0\pm0,9$) gruplarının izlediği görülmüştür. Ayrıca, canlı ağırlık kazancının % ifadesiyle elde edilen değerler, yine gruplar arasında farklılıklar göstermiştir ($p<0.05$). Final ağırlığına olduğu gibi en iyi CAK, G1 ($147,6\pm1,4$) ve G6 ($146,9\pm2,2$) gruplarında olduğu diğer deneme gruplarının bu grubu izlediği gözlenmiştir. Levrek bireylerinde YÇO’nın en yüksek sonuç G5’te ($1,37\pm0,32$) grubunda gözlenirken, en düşük değerleri G1 ($1,26\pm0,09$) ile G6 ($1,27\pm0,17$) gruplarında gözlenmiştir. Diğer araştırma guruplarında ise $1,34\pm0,23$ ile $1,30\pm0,19$ değerleri arasında değişmiştir. Çalışma sonucunda, elde edilen protein etkinlik oranı (PEO) değerleri, gruplar arasında farklılık göstermiştir ($p<0.05$). En yüksek değerler $1,7\pm0,1$ ile G1 ve $1,7\pm0,1$ ile G6 gruplarında gözlenirken en düşük değer $1,5\pm0,1$ ile G5 grubunda bulunmuştur. Lipit etkinlik oranlarında ise (LEO) en düşük değer, $3,5\pm0,1$ ile G5 grubunda belirlendiği, en yüksek değer ise $3,9\pm0,1$ ile G1 ve $3,8\pm0,1$ değere sahip G6 gruplarında olduğu ve diğer araştırma guruplarının bu değerler arasında bulunduğu saptanmıştır.

Deneme başlangıcında levrek yavrularından balık örneklerinde yapılan analizler sonucu, nem miktarı $\%73,2\pm0,7$, ham kül $\%1,6\pm0,06$, protein $\%20,7\pm0,1$ ve lipit $\%5,93\pm0,32$ olarak bulunmuştur. Deneme başında levrek bireylerinden alınan, KSI ve VSI değerleri ise sırasıyla $0,96\pm0,32$ ve $2,37\pm0,63$ şeklinde bulunmuş, ayrıca toplam yağ miktarı $2,57\pm0,62$ olarak sonuçlanmıştır. Deneme sonunda tüm vücut protein kompozisyonu gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar göstermiştir ($p<0.05$). Buna göre G1 grubunun ham protein oranı $\%20,5\pm0,49$ değerleriyle diğer gruplara göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Diğer gruplarda protein oranı sırasıyla $19,4\pm0,51$ (G4), $19,10\pm0,98$ (G2), $18,34\pm0,68$ (G6) $17,42\pm0,45$ (G3) ve $17,77\pm0,94$ (G5) olarak saptanmıştır.

Yağ analizleri sonucunda toplam n-3 serisi ($\Sigma n3$) yağ asitleri açısından gruplar arasında mg/g bakımında en yüksek değerleri sırasıyla; $156,1 \pm 1,09$ ile G1 ve $156,4 \pm 1,42$ ile G4 gruplarında gözlemlenirken, en düşük değerin $115,7 \pm 1,31$ ile G3 grubunda olduğu saptanmıştır. Aynı analizler doğrultusunda $\Sigma n6$ yağ asidi gruplar arasında en yüksek mg/g değeri $171,0 \pm 1,32$ ile G6 grubunda olduğu, en düşük değerin $117,9 \pm 1,17$ değere sahip olan G1 grubunda gözlemlenmiştir. EPA/DHA oranına mg/g bakıldığında, gruplar arasında farklılığın olmadığı görülmüştür.

Levrek yavrularında protein sindirilebilirliği $96,7 \pm 0,08$ değere sahip olan G3 ile $97,1 \pm 0,03$ değere sahip olan G1 gruplarında en yüksek protein sindirilebilirliğine rastlanmıştır. Lipit sindirilebilirliğinin en yüksek olarak $91,8 \pm 0,02$ değer ile G1 grubunda olduğunu, bu grubu $89,9 \pm 0,62$ değere sahip G3 ile $88,9 \pm 0,79$ değere sahip G4 gruplarının izlediği saptanmıştır. Lipit sindirilebilirliğinin en düşük değerine ise $82 \pm 0,04$ değere sahip olan G6 grubunda rastlanmıştır.

Bitkisel yağlarla beslenen deneme grubu balıklarında, n-3 uzun zincirli yağ asitleri (özellikle EPA ve DHA) açısından G5 ve G6 gruplarında azalmaların olduğu, geri besleme döngüsü sonrasında %10 ile %25 düzeyinde kazanımların olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamız sonucunda, bütün veriler değerlendirildiğinde, çipura yavrularında ve levrek yavrularında %50 YFY + %50 KTY halinde yemlere eklenmesi, özellikle kış koşullarında kullanımı önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimin başından itibaren bana her türlü konuda güvenen, tez konumum seçiminde yardımcı olan ve çalışmanın yürütülmesi sırasında fikirleri ile bana yol gösteren, her konuda bana destek olan değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Oğuz TAŞBOZAN'a tez çalışmam sırasında bilgileri ve olumlu katkıları ile her konuda desteklerini gördüğüm Prof. Dr. Mahmut Ali GÖKÇE'ye ve sürekli desteğini benden esirgemeyen her konuda bana yardım eden Prof. Dr. Mehmet ÇELİK'e ve Dr. Ş. Surhan TABAKOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmama sundukları bilimsel katkılar için tez komisyon üyeleri saygıdeğer hocalarım Prof.Dr. Arzu ÖZLÜER HUNT'a, Prof. Dr. Abdülkadir BAYIR'a, Prof.Dr. O. Tufan EROLDOĞAN'a ve Dr. Öğr. Üyesi Bilge Kaan TEKELİOĞLU'na, tezimin yağ asitleri analizinde desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Murat ASLAN ve Araştırma Görevlisi Fatih KORKMAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezin başlangıcından itibaren yemlerin yapılmasında, denemenin kurulmasında ve laboratuvar çalışmalarında bana özveriyle yardım eden Öğr. Gör. Özgür YILMAZ'a ve Ç.Ü. Yumurtalık Meslek Yüksekokulu sualtı teknolojileri öğrencilerine teşekkürlerimi sunarım.

Tezin kuruluşundan itibaren beni yalnız bırakmayan eşim Hatice Nur ERBAŞ'a, beni eğitimim süresince destekleyen abim Teslim ERBAŞ'a, kardeşim Hüseyin ERBAŞ ve eşi Seçkin AKGÜL ERBAŞ'a, ayrıca kıymetli anne ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezi değerli kızım Arya ERBAŞ'a adıyorum.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. Yemlerde balık yağı yerine bitkisel yağların kullanımı	7
2.1.1. Bitkisel yağlar ile yapılan çalışmalar	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	27
3.1. Denemede Kullanılan Materyaller	27
3.2. Deneme Dizaynı ve Yöntemi	32
3.3. Deneme Parametrelerinin Ölçümü.....	34
3.3.1. Büyüme Parametrelerinin Hesaplanması	34
3.3.2. Yem Değerlendirme Parametrelerinin Hesaplanması	35
3.4. Balıklarda Tüm Vücut Kompozisyonlarının Belirlenmesi	36
3.4.1. Kuru Madde ve Ham Kül Analizi	36
3.4.2. Protein Analizi.....	37
3.4.3. Ham Yağ Analizi.....	37
3.4.4. Yağ Asidi Analizi.....	38
3.4.5. Sindirilebilirlik Analizi.....	40
3.5. İstatistiksel Hesaplamalar	41
4. BULGULAR.....	43
4.1. Çipura (<i>Sparus aurata</i>) Denemesi	43

4.1.1. Deneme Tanklarındaki Su Parametreleri.....	43
4.1.2. 0-60 Gün Aralığında Çipura İçin Büyüme Parametreleri.....	43
4.1.3. 0-60 Gün Aralığında Çipura İçin Yem Değerlendirme Parametreleri.....	47
4.1.4. 0-60 Gün Aralığında Çipura Besinsel Kompozisyon Ve Somatik İndeksler.....	50
4.1.5. 0-60 Gün Aralığında Çipura İçin Yağ Asidi Profili	52
4.1.6. 0-60 Gün Aralığında Çipura İçin Sindirilebilirlik	55
4.1.7. 60-90 Gün Aralığında Çipura İçin Büyüme Parametreleri.....	56
4.1.8. 60-90 Gün Aralığında Çipura İçin Yem Değerlendirme Parametreleri.....	59
4.1.9. 60-90 Gün Aralığında Çipura Besinsel Kompozisyon ve Somatik İndeksler.....	62
4.1.10. 60-90 Gün Aralığında Çipura İçin Yağ Asidi Profili	66
4.2. Avrupa Levrek Balığı (<i>Dicentrarchus labrax</i> L.) Denemesi	68
4.2.1. Deneme Tanklarındaki Çevresel Parametreler	68
4.2.2. 0-60 Gün Aralığında İçin Büyüme Parametreleri	68
4.2.3. 0-60 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balığı İçin Yem Değerlendirme Parametreleri	73
4.2.4. 0-60 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balığı için Besinsel Kompozisyon (%) ve Somatik İndeksler (%)	76
4.2.5. 0-60 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balığı için Yağ Asidi Profili ..	79
4.2.6. 0-60 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balığı İçin Sindirilebilirlik	82
4.2.7. 60-90 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balığı İçin Büyüme Parametreleri	83
4.2.8. 60-90 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balığı İçin Yem Değerlendirme Parametreleri	86
4.2.9. 60-90 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balığı İçin Besinsel Kompozisyon (%) ve Somatik İndeksler (%)	89

4.2.10. 60-90 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balığı İçin Yağ Asidi Profili	93
5. TARTIŞMA	97
5.1. Çipura (<i>Sparus aurata</i>) Denemesi	97
5.2. Avrupa Levrek Balığı (<i>Dicentrarchus labrax</i>) Denemesi	114
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	131
KAYNAKLAR	137
ÖZGEÇMİŞ	165
EKLER	166



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Denemede Kullanılan Yemlerin Formülasyonu ve Besisel İçeriği....	30
Çizelge 3.2. Deneme Yemleri Yağ Asidi Profili.....	31
Çizelge 4.1. Çipura 0-60 Gün Aralığında Grupların Büyüme Parametreleri	44
Çizelge 4.2. Çipura 0-60 Gün Aralığında Grupların Yem Kullanımı Değerleri.....	48
Çizelge 4.3. Çipura 0-60 Gün Aralığında Grupların Besinsel Kompozisyon (%) ve Somatik İndeks Değerleri (%).....	51
Çizelge 4.4. Çipura 0-60 Gün Aralığında Grupların Fileto Yağ Asitleri (mg/g).....	54
Çizelge 4.5. Deneme Sonu Çipura İçin Sindirilebilirlik.....	55
Çizelge 4.6. Çipura 60-90 Gün Aralığında Grupların Büyüme Parametreleri	57
Çizelge 4.7. Çipura 60-90 Gün Aralığında Grupların Yem Kullanımı Parametreleri	60
Çizelge 4.8. Çipura 60-90 Gün Aralığında Grupların Somatik İndeks Değerleri (%).....	64
Çizelge 4.9. Çipura 60-90 Gün Aralığında Grupların Besinsel Kompozisyonu	65
Çizelge 4.10. Çipura 60-90 Gün Aralığında Grupların Fileto Yağ Asitleri (mg/g).....	67
Çizelge 4.11. Levrek 0-60 Gün Aralığında Grupların Büyüme Parametreleri.....	69
Çizelge 4.12. Levrek 0-60 Gün Aralığında Grupların Yem Kullanımı Değerleri.....	74
Çizelge 4.13. Levrek 0-60 Gün Aralığında Grupların Besinsel Kompozisyon (%) ve Somatik İndeks Değerleri (%).....	78
Çizelge 4.14. Levrek 0-60 Gün Aralığında Grupların Fileto Yağ Asitleri (mg/g).....	81

Çizelge 4.15. Deneme Sonu Levrek İçin Sindirilebilirlik	82
Çizelge 4.16. Levrek 60-90 Gün Aralığında Grupların Büyüme Parametreleri	84
Çizelge 4.17. Levrek 60-90 Gün Aralığında Grupların Yem Kullanımı Değerleri.....	87
Çizelge 4.18. Levrek 60-90 Gün Aralığında Grupların Besinsel Kompozisyon Değerleri (%)	91
Çizelge 4.19. Levrek 60-90 Gün Aralığında Grupların Somatik İndeks Değerleri (%).....	92
Çizelge 4.20. Levrek 60-90 Gün Aralığında Grupların Fileto Yağ Asitleri (mg/g).....	95

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1.	Türkiye’de Yıllara Göre Su Ürünleri Yetiştiricilik ve Avcılık Değişimi	1
Şekil 1.2.	Yıllara Göre Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>) Avcılık Ve Yetiştiricilik Değişimi	2
Şekil 1.3.	Yıllara Göre Çipura (<i>Sparus aurata</i>) Avcılık ve Yetiştiricilik Değişimi	3
Şekil 3.1.	Çipura (<i>Sparus aurata</i> , Lin 1758)	28
Şekil 3.2.	Avrupa Deniz Levreği (<i>Dicentraachus labrax</i> , Lin 1758).....	28
Şekil 3.3.	Denemede Kullanılan Tanklar.....	34
Şekil 4.1.	Deneme Sonu Çipura İçin Final Ağırlığı (0-60 gün).....	45
Şekil 4.2.	Deneme Sonu Çipura İçin Spesifik Büyüme Oranı (%/gün) (0-60 gün).....	46
Şekil 4.3.	Deneme Sonu Çipura İçin Canlı Ağırlık Kazancı (%) (0-60 gün)	46
Şekil 4.4.	Deneme Sonu Çipura İçin Yem Çevirim Oranı (0- 60 gün).....	49
Şekil 4.5.	Deneme Sonu Çipura İçin Final Ağırlığı (60-90 gün).....	58
Şekil 4.6.	Deneme Sonu Çipura İçin Yem Çevirim Oranı (60- 90 gün).....	61
Şekil 4.7.	Deneme Sonu Avrupa Levrek Balığı İçin Final Ağırlığı (0-60 gün).....	70
Şekil 4.8.	Deneme Sonu Avrupa Levrek Balığı İçin Spesifik Büyüme Oranı (%/gün) (0-60 gün).....	71
Şekil 4.9.	Deneme Sonu Avrupa Levrek Balığı İçin Canlı Ağırlık Kazancı (%) (0-60 gün).....	72
Şekil 4.10.	Deneme Sonu Avrupa Levrek Balığı İçin Yem Çevirim Oranı (0- 60 gün).....	75
Şekil 4.11.	Deneme Sonu Avrupa Levrek Balığı İçin Final Ağırlığı (60-90 gün).....	85

Şekil 4.12. Deneme Sonu Avrupa Levrek Balığı İçin Yem Çevirim Oranı (60- 90 gün).....	88
--	----



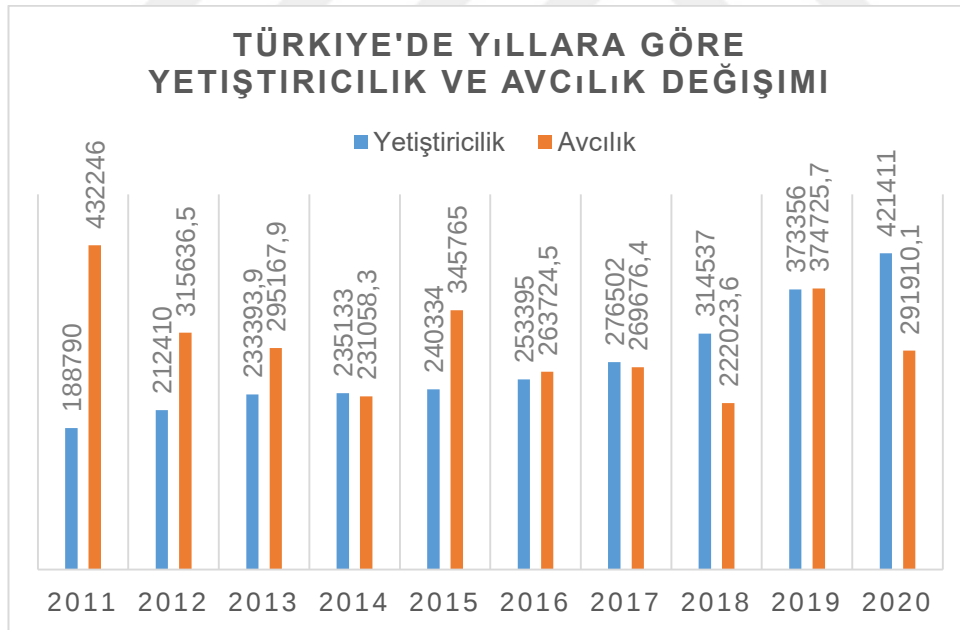
SİMGELER VE KISALTMALAR

BA	: Başlangıç Ağırlığı
SA	: Son Ağırlık
CAK	: Canlı Ağırlık Kazancı
CMC	: Karboksi Metil Selüloz
DCP	: Dikalsiyum fosfat
g	: Gram
GBO	: Günlük Büyüme Oranı
SBO	: Spesifik Büyüme Oranı
kg	: Kilogram
HP	: Ham Protein
L	: Litre
KSİ	: Karaciğer Somatik İndeksi
ME	: Metabolizma Enerjisi
YÇO	: Yem Çevirim Oranı
OGBO	: Ortalama Günlük Büyüme Oranı
MÖ	: Milattan Önce
NÖM	: Nitrojensiz Öz Maddeler
PEO	: Protein Etkinlik Oranı
LEO	: Lipit Etkinlik Oranı
NPK	: Net Protein Kazancı
TY	: Toplam Yağ
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
VSİ	: Viseral Somatik İndeksi
TBK	: Termal Büyüme Katsayısı
NLK	: Net Lipit Kazancı
KM	: Kuru Madde
HK	: Ham Kül

GC	: Gaz Kromatografisi
FAME	: Fatty Acids Methyl Esters
SY	: Soya Yağı
FY	: Fındık Yağı
KY	: Kolza Yağı
YFY	: Yer Fıstığı Yağı
PTY	: Pamuk Tohumu Yağı
KTY	: Keten Tohumu Yağı
KAY	: Kanola Yağı
ZY	: Zeytin Yağı
PY	: Palmiye Yağı
AÇY	: Ayçiçeği Yağı
MY	: Mısır Yağı
HCY	: Hindistan cevizi Yağı
SUY	: Susam Yağı
HY	: Hamsi Yağı
HRY	: Hurma Yağı
EYA	: Esansiyel Yağ Asitleri
TAG	: Triasil Gliserol
EPA	: Eikosapentaenoik Asit
ARA	: Araşidonik Asit
DHA	: Dokosaheksaenoik Asit
SFA	: Doymuş Yağ asidi
MUFA	: Tekli Doymamış Yağ Asitleri
PUFA	: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
HUFA	: Yüksek Doymamış Yağ Asitleri
LC-PUFA	: Uzun Zincirli Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

1. GİRİŞ

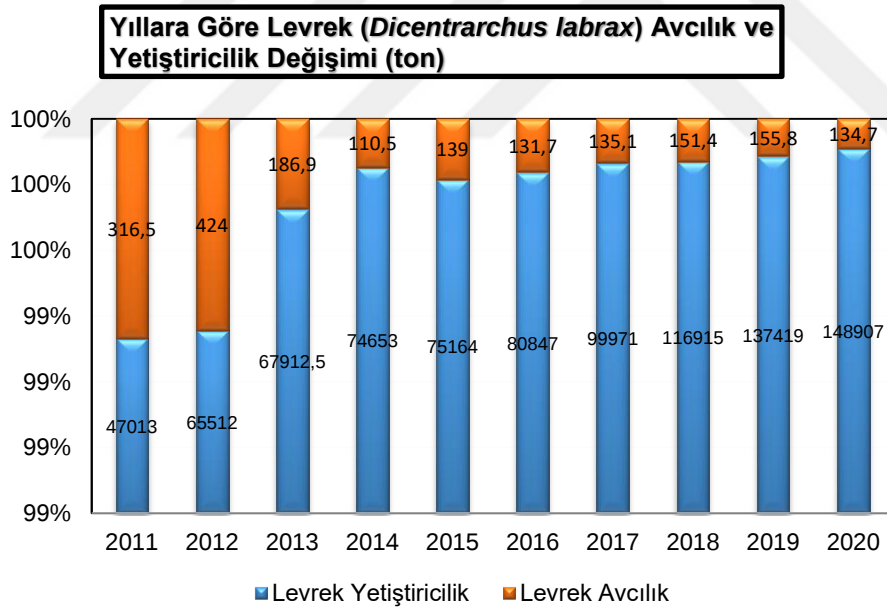
Günümüzde FAO verilerine göre doğadan yakalanan ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri toplam miktarı 148,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bu toplam üretimin 59,8 milyon tonu yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir (FAO, 2020). Son 5 yılın verileri değerlendirildiğinde avcılıkla elde edilen ürünlerin miktarında artış yaşanmazken, yetiştiricilik yoluyla elde edilen ürünler yıldan yıla artış göstermektedir. Su ürünleri toplam üretiminde, avcılığın payı %64, yetiştiriciliğin payı %36 civarındadır (FAO, 2020). Türkiye’de ise, 2020 yılında toplam olarak 785.815 ton su ürünleri üretimi elde edilmiş, bunun %53’ü 421.411 ton ile yetiştiricilik, %37’si 291.910 ton ile avcılık yoluyla sağlanmıştır (TÜİK, 2020). Dünya’da olduğu gibi Türkiye’de de yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretim miktarı her geçen gün artış göstermektedir (Şekil 1.1.).



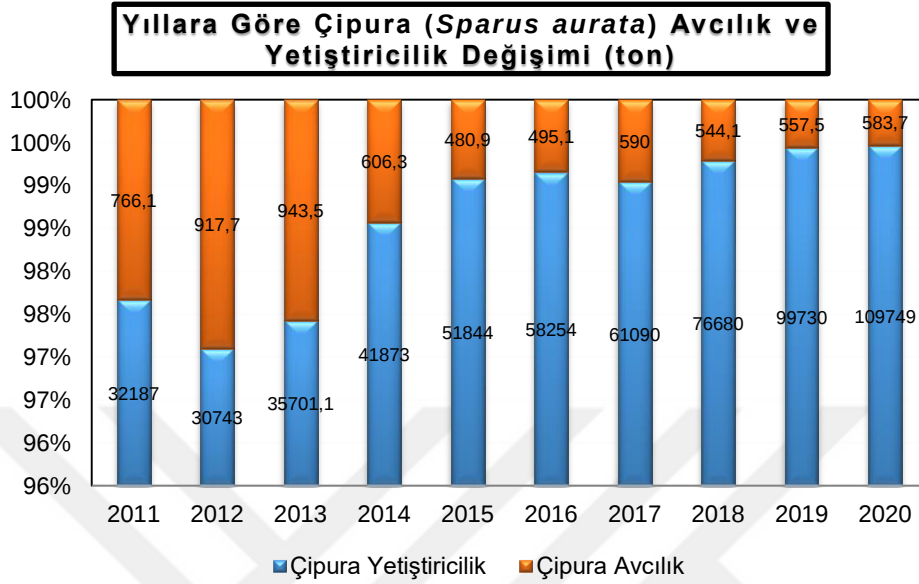
Şekil 1.1. Türkiye’de Yıllara Göre Su Ürünleri Yetiştiricilik Ve Avcılık Değişimi

Verilerden de anlaşılacağı gibi, toplam üretimde su ürünleri yetiştiriciliğinin payı giderek artmaktadır. FAO tarafından da rapor edildiği gibi dünyada en hızlı büyüyen sektör durumundaki su ürünleri yetiştiriciliği, günümüz dünya balık üretiminin yaklaşık %40'ını sağlamaktadır. Dünya nüfusundaki kişi başına düşen su ürünleri tüketimindeki artış ile birlikte gelecek yıllarda su ürünlerine olan talebin daha da artacağı ve bu ürünlerin büyük çoğunluğunun yetiştiricilik yoluyla elde edileceği açıktır (FAO, 2020).

Türkiye İstatistik Kurumunun verileri doğrultusunda ülkemizde en fazla yetiştiriciliği yapılan türlerin alabalık (127.905 ton), levrek (148.947 ton) ve çipura (109.749 ton) olduğu bilinmektedir (TÜİK, 2021). Özellikle her iki türün yetiştiricilik üretim miktarlarında hızlı artışların olduğunu görülmektedir (Şekil 1.2. - 1.3.).



Şekil 1.2. Yıllara Göre Levrek (*Dicentrarchus labrax*) Avcılık Ve Yetiştiricilik Değişimi



Şekil 1.3. Yıllara Göre Çipura (*Sparus aurata*) Avcılık Ve Yetiştiricilik Değişimi

Balık eti insan sağlığı için önemli protein ve yağ kaynaklarından biridir. Tüketilecek etin kalitesinin; sağlıklı olması, kullanım kolaylığı, işlenebilir olması, fiyatı ve besin kalitesine bağlı olduğu bildirilmiştir (Tocher, 2010; Listrat ve ark., 2016). Yapılan birçok araştırmada, balık yağının önemli oranda n-3 yüksek doymamış yağ asitleri (HUFA), özellikle eikosapentaenoikasit (EPA, 20:5n-3) ve dokosaheksaenoikasit (DHA, 22: 6n-3) içerdiği bildirilmiştir. Ayrıca balık yağının triasilgliserol (TAG) seviyelerini düşürdüğü ve Alzheimer hastalığının ilerlemesini yavaşlattığını, anti-inflamasyon ve antikanser özelliklerine sahip olduğu, damar hastalıkları ve felci önlediği, kan basıncını düşürdüğü ve hipertansiyonu kontrol ettiği belirtilmiştir (Guillaume ve ark., 2001; Vannice ve ark., 2014; Keim ve ark., 2015; Han ve ark., 2018).

Balık ve balık yağı yıllardır hayvan beslemede ve başta su ürünleri yetiştiriciliği olmak üzere, insan tüketiminde ve endüstriyel alanlarda geniş çapta kullanılmaktadır. Balık yağı üretiminde önde gelen ülkeler; Çin, Tayland, Danimarka, Norveç ve Fas oluşturmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan

balık yağı ve unun tedarik edilmesi doğal stoklar üzerinde endişe uyandırmaktadır (Naylor ve ark., 2000; Kristofersson ve Anderson, 2006; Troell ve ark., 2014; Golden ve ark., 2016; Blanchard ve ark., 2017; Konar ve ark., 2019). Bu nedenle, balık besleme alanında çalışan araştırmacılar, balık yağının ve ununun tamamının ya da bir kısmının yerine geçebilecek daha ucuz bitkisel yağ ve protein kaynaklarını kullanabilmek amacıyla çeşitli araştırmalar gerçekleştirmişlerdir (Akiyama ve ark., 1995; Torstensen ve ark., 2000; Yıldız ve Şener, 2002; Montero ve ark., 2005; Mourente ve Bell, 2006; Turchini ve ark., 2009; Stone ve ark., 2011a; Stone ve ark., 2011b; Reis ve ark., 2014; Eroldoğan ve ark., 2018; Dernekbaşı ve ark., 2021).

Balıklarda enerji için lipitlerin kullanılabilirliği ve sindirilebilirliği proteine göre daha yüksek olduğu, balık yağının sadece uygun bir enerji kaynağı olarak değil, aynı zamanda esansiyel yağ asitleri (EYA) bakımından da balık yemleri için mükemmel bir yem hammaddesi olduğu bilinmektedir (Akiyama, 1991; Sargent ve ark., 2003; Turchini ve ark., 2019). Ancak son yıllarda, karşılaşılan ekonomik nedenler ve ekolojik kaygılardan dolayı alternatif oluşturacak farklı yem kaynakları ile pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapılan araştırmalarda, balıkların enerji gereksinimlerinin karşılanması için başta balık yağı olmak üzere, bitkisel lipit kaynaklarından; soya, palmiye, fındık, ayçiçeği ve yer fıstığı vb. yağlı tohum küspeleri kullanılabilmektedir. (Amerio ve ark., 1989; Torstensen ve ark., 2000; Bell ve ark., 2001; Rosenlund ve ark., 2001; Yıldız ve Şener, 2002; Montero ve ark., 2005; Mourente ve Bell, 2006; Turchini ve ark., 2009). Yemlerde kullanılan bitkisel yağlar balık yağı ile karşılaştırıldığında, üretim hacmi olarak balık yağı üretiminden daha fazla, temini kolay ve fiyat bakımından daha ekonomik durumda olduğu görülmektedir (Izquierdo ve ark., 2003; Mourente ve Bell, 2006; Turchini ve ark., 2009). Bu yem kaynaklarının önemli bir kısmını bitkisel yem kaynakları oluşturmaktadır. Birçok çalışmada çipura ve levrek türlerinde kısa ve uzun süreli beslemelerde, özellikle deniz levreği ile yapılan çalışmalarda %60 oranına kadar farklı bitkisel yağlar ile hazırlanmış rasyonlarla beslenen bireylerde büyümenin

olumsuz etkilenmeği buna karşın, tüm vücut dokularındaki yağ asidi kompozisyonlarında önemli değişiklikler olduğunu belirtilmiştir (Nematipour ve Gatlin-Delbert, 1993; El-Kardawy ve Salama, 1997; Yıldız ve Şener, 1997; Company ve ark. 1999; Peres ve Oliva-Teles, 1999; Izquierdo ve ark., 2003; Izquierdo ve ark. 2003; Montero ve ark. 2003; Hunt ve Tekelioğlu, 2004; Figueiredo-Silva ve ark., 2005; Mourente ve ark., 2005; Mourente ve Bell, 2006; Martins ve ark., 2006; Mourente ve Bell, 2006; Turchini ve ark., 2009; Thanuthong ve ark., 2011a; Stone ve ark., 2011a; Stone ve ark., 2011b; Reis ve ark., 2014; Tasbozan ve ark., 2015; Eroldoğan ve ark., 2018; Dernekbaşı ve ark., 2021).

Genellikle balık yağının bitkisel yağlarla değiştirilmesi, tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ve yüksek oranda doymamış yağ asitleri (HUFA) eksikliği, EPA, DHA ve 18 karbonlu yağ asitlerinin eksikliği ile sonuçlanmıştır (Greene ve Selivonchick, 1990; Sargent ve ark., 2002; Sargent ve ark., 2002; Jobling, 2003; Regost ve ark., 2003; Torstensen ve ark., 2005; Turchini ve ark., 2009; Thanuthong ve ark., 2011a; Stone ve ark., 2011a; Stone ve ark., 2011b; Reis ve ark., 2014; Tasbozan ve ark., 2015; Eroldoğan ve ark., 2018; Dernekbaşı ve ark., 2021).

Yapılan çalışmalarda deniz balıklarından karnivor türlerin yemlerindeki yağ ve protein oranının dengelenmesine, böylece yemlerdeki enerji oranının ayarlanmasına dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Company ve ark., 1999; Fountoulaki ve ark, 2009). Kısmi ya da tamamen bitkisel yemler ile hazırlanan rasyonlarla beslenen bireylerde n-3 serisi doymamış yağ asidi seviyesini yükseltmek için balıkların hasat öncesinde tamamen balık yağı içeren yemlerle beslenerek n-3 serisi yağ asit seviyelerinin (özelikle EPA ve DHA) istenilen seviyelere çıkartılmasına çalışılması gerektiği bildirilmiştir (Jobling, 2003; Regost ve ark., 2003; Bell ve ark., 2004; Mourente ve ark., 2005; Izquierdo ve ark., 2005; Mourente ve Bell, 2005; Montero ve ark., 2006; Turchini ve ark., 2007; Fountoulaki ve ark., 2009; Turchini ve ark., 2009; Thanuthong ve ark., 2011a; Stone ve ark.,

2011a; Stone ve ark., 2011b; Reis ve ark., 2014; Eroldoğan ve ark., 2018; Dernekbaşı ve ark., 2021).

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasında, ülkemizde sevilerek tüketilen ve aynı zamanda yurtdışına en çok ihraç edilen çipura ve levrek türleri ele alınmıştır. Dünya’da olduğu gibi ülkemizde de bu türlerin yetiştiriciliğinde en büyük gider payının yem olduğu ve bu yem maliyetini minimuma indirmek için yem hammaddelerinde değişimlerin yapıldığı, birçok çalışma yapılmış ve yapılmaktadır. Yem maliyetlerini düşürmek için değiştirilen hammaddelerin balığın gerek et kalitesine gerek ise balığın fizyolojisine birtakım değişikliklere neden olduğu birçok çalışmada değinilmiştir. Hammadde olarak yemlere, balık yağı yerine eklenen alternatif bitkisel yağların balıkta bulunan yağ asidi profillerinde bazı etkiler meydana getirdiği, özellikle insan sağlığı açısından EPA ve DHA yağ asitlerinde düşüşlere neden olduğu bildirilmiştir.

Yapılan bu çalışmayla, yem maliyetlerini düşürmek amacıyla levrek ve çipura yemlerindeki balık yağı kısmen değiştirilmiş olan yerfıstığı yağı, keten tohumu yağı ve fındık yağı karışımlarının balık büyüme performansı, balık vücut kompozisyonu ve yağ asitleri profiline etkileri ele alınmış ve daha sonrasında bütün gruplara %100 balık yağı ile hazırlanmış kontrol yemi verilerek balıkta bulunan yağ asidi profilinin değişimleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Yemlerde balık yağı yerine bitkisel yağların kullanımı

Balık yağı (BY) n-3 HUFA bakımından zengin olması, özellikle EPA ve DHA'nın yüksek olması, nedeniyle kara hayvanları ve sucul canlıların beslemesi yanında, insan sağlığında da önemli olduğundan gıda ve ilaç sanayisinde de kullanılmaktadır (Tidwell ve Allan, 2001; Rubio-Rodríguez ve ark., 2012; Calder, 2018; Shahidi ve Ambigaipalan, 2018; Innes ve Calder 2020). Aynı zamanda BY mükemmel bir enerji kaynağı olup, dengeli bir yağ asidi profiline sahip olması ve içerisinde yüksek oranlarda PUFA bulundurması nedeniyle birçok balığın temel besin maddesi olmaktadır. (Bell ve Koppe, 2001; Tocher ve ark., 2019). Hızlı bir şekilde büyüyen su ürünleri sektörü, özellikle yetiştiricilik esnasında yemlerde kullanılan uzun zincirli n-3 doymamış yağ asitlerinin birincil kaynağının balık yağıdır. Balık yağının elde edildiği balıkların sınırlı stokları nedeniyle gelecekte elde edilebilirlik konusunda sıkıntı yaşanacağı düşünülmektedir (Naylor ve ark., 2000; Kristofersson ve Anderson, 2006; Troell ve ark., 2014; Golden ve ark., 2016; Blanchard ve ark., 2017; Konar ve ark., 2019; Betancor ve ark., 2021).

Stokların yetersizliği, balık yağına talebin artması, alternatif bitkisel yağ kaynaklarının araştırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır (Montero ve ark., 2005; Francis ve ark., 2006; Tacon ve Metian, 2008; Turchini ve ark., 2009; De Silva ve ark., 2010; Glencross ve Turchini, 2011). Son yıllarda yapılan birçok çalışma, balık yağına alternatif olarak ekonomik ve temini kolay yağların bitkisel yağlar olduğunu göstermiştir (Joling, 2003; Bell ve ark., 2003; Regost ve ark., 2003; Bell ve ark., 2004; Montero ve ark., 2005; Izquierdo ve ark., (2005), Turchini ve ark., 2006; Mourente ve Bell, 2006; Turchini ve ark., 2007; Fountoulaki ve ark., 2009; Turchini ve ark., 2009; Thanuthong ve ark., 2011a; Stone ve ark., 2011a; Stone ve ark., 2011b; Reis ve ark., 2014; Kaushik 2014; Yıldız ve ark., 2018; Eroldoğan ve ark., 2018; Alvarez ve ark., 2020; Sanchez-Moya ve ark., 2020; Dernekbaşı ve ark., 2021).

Balık yemlerinde kullanılacak olan alternatif yağların, balık yağlarında bulunan yağ asidi profiline yakın olması ya da benzerlik göstermesi gerekmektedir. (Pratoomyot, 2010; Güler ve Yıldız, 2011; Parpoura ve ark., 2011; 2018; Yıldız ve ark 2018; Sanchez-moya ve ark., 2020; Alvarez ve ark., 2020; Dernekbaşı ve ark., 2021). Ayrıca yapılan çalışmalarda, balık yemlerinde belirli oranlarda bitkisel yağların kullanılmasının, büyüme ve balığın besinsel kompozisyonunda olumsuz herhangi bir etkisinin olmadığı ortaya konmuştur. Yapılan birçok araştırmada karnivor türlerin yemlerine %60-80 oranında bitkisel yağların eklenebileceği vurgulanmıştır (Torstensen ve ark., 2000; Bell ve ark., 2001; Figueiredo-Silva ve ark., 2005; Mourente ve Bell, 2006; Güler ve Yıldız, 2011; Parpoura ve ark., 2011; Eroldoğan ve ark., 2012; Tasbozan ve ark., 2015; Yıldız ve ark 2018; Sanchez-moya ve ark., 2020).

2.1.1. Bitkisel yağlar ile yapılan çalışmalar

Parpoura ve Alexis (2001), zeytin yağının (ZY) balık yağı ile değiştirilmesiyle Avrupa deniz levreği üzerine yaptıkları bir çalışmada, başlangıç ağırlıkları 94 g olan bireyleri 168 gün beslemişler ve final ağırlıklarının ortalama 195,2 g olduğunu söylemişlerdir. Araştırmacılar, ZY'nın %45 ile %100 arasında yemlere eklenebileceğini savunmuşlardır.

Levrek (*Dicentrarchus labrax* L.) ile yapılan bir çalışmada, Balık yağının (BY) yerine kolza yağı (KY), keten tohumu yağı (KTY) ve zeytinyağı (ZY) kullanılarak farklı yemler hazırlanmış ve bu yemlerle balıklar 34 hafta beslenmişlerdir. Yağ asidi profiline bakıldığında balık yağı ile beslenmiş gruplarda (kontrol grubu), %27'sini doymuş yağ asitlerinin, %34'ünü tekli doymamış yağ asitlerinin, %8,4 n-6 serisinin ve %27'nin de n-3 grubunda olduklarını belirtmişlerdir. Kontrol grubunda belirtilen n-3 yağ asidi serisinin %22'sini n-3 HUFA'ların oluşturduğunu ve bunların da %10,9 EPA'ya %9,2'sinin de DHA'ya ait olduğunu belirtmişlerdir. Kolza yağı eklenen yemler ile beslenen grupta 18:1n-9 (%34,4), 18:2n-6 (%12,3) oranlarının kontrol grubuna göre arttığı ve 18:3n-3 (%4,4) ile n-3 HUFA oranlarının

da (%10,8) azaldığını söylemişlerdir. Keten tohumu eklenen yemler ile beslenmiş bireylerde ise, 18:1n-9 (%15,6), ve 18: 2n-6 oranlarının (%10,3) arttığını ancak n-3 HUFA oranlarının (%10,8) azaldığını bildirmişlerdir. Zeytinyağı eklenmiş yemler ile beslen grupta ise, 18:1n-9 (%37,2) ve 18:2n-6 (%9) oranının diğer gruplarda olduğu gibi ve n-3 HUFA oranlarının da kontrol grubuna oranla azaldığını söylemişlerdir (Mourente ve Dick, 2002).

Izquierdo ve ark. (2003), yine Avrupa deniz levreği üzerine BY'nın %60 oranında soya yağı (SY) ile ikamesiyle yemler hazırlamışlardır. Başlangıç ağırlıkları $7,93 \pm 0,09$ gramlık bireylerle 89 gün süren çalışma sonunda final ağırlığının $31,38 \pm 0,01$ gr olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, levrek yemlerine %60 SY'nın BY ile değiştirilmesinin büyüme üzerinde olumsuz etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Regost ve ark. (2003), kalkan balığında (*Psetta maxima*) BY'nın, SY ve KTY ile tamamen değiştirilmesiyle oluşturulan yemleri kullanmışlardır. Araştırmacılar ilk stok ağırlığı $57,9 \pm 1$ g olan bireyleri, 13 hafta boyunca beslemişler ve final ağırlıkları BY'nda $95,6 \pm 4$ g SY'nda $91,2 \pm 2$ g ve KTY'nda ise $91,8 \pm 4$ g olarak bulmuşlardır. Daha sonra bütün gruplara 8 hafta (geri besleme) boyunca BY ile hazırlanmış yemler verilmiş ve final ağırlıkları gruplarda sırayla BY olan grupta $12,5 \pm 54$ g, SY grubu $115,9 \pm 36$ g ve KTY olan grupta ise $117,2 \pm 42$ g olduğunu belirtmişlerdir. Bitkisel yağları karakterize eden 18:2n-6 ve 18:3n-3 yağ asitlerinin, bitkisel yağların eklenmesi ile balık dokularında artış gösterdiği, EPA ve DHA değerlerinin ise BY'na oranla düşüş gösterdiği saptanmıştır. Geri besleme süresi sonunda EPA ve DHA profilinin düzeldiğinin özellikle DHA miktarının BY grubuna yakın olduğunu ve 18:2n-6 ve 18:3n-3 yağ asitlerinin azaldığını ifade etmişlerdir.

Menoyo ve ark. (2004), çipuraların beslenmesi için %100 BY (kontrol grubu), KTY ile BY (%60 KTY+ 40 BY), KTY ile BY (%80 KTY+ %20 BY), SY ile BY (%60 SY+ %40 BY), SY ile BY (%80 SY+ %20 BY) olacak şekilde 5 farklı yem hazırlamışlardır. Çalışmaya ortalama 85 g olan bireyler ile başlamışlar

ve 7 aylık bir dönem sonunda çalışmayı sonlandırmışlardır. Çalışma sonunda BY ile beslenen grubun, diğer gruplara nazaran büyüme oranının daha iyi olduğu, %60 bitkisel yağlar ile hazırlanmış yemlerin, %80 bitkisel yağlar ile hazırlanan yemler ile beslenen bireylere oranla kontrol grubuna daha yakın olduğunu belirtmişlerdir. Bitkisel yağların eklenmesi ile n-3 PUFA seviyelerinin önemli düzeyde azaldığını, n-3 yağ asitlerinden özellikle EPA azalımının daha belirgin olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca SY içeren yemlerle beslenen bireylerde n-6 yağ asitlerinin diğer gruplara göre daha düşük olduğunu, n-3/n-6 oranının da soya yemleri ile beslenen gruplarda daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca bu düşüşün, karaciğer lipid birikimi üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Caballero ve ark., (2004), çipuralarda BY yerine bitkisel yağlardan, SY, KY ve KTY kullanarak %100 BY; %60 SY + %40 BY; %60 KY + %40 BY; %60 KTY + %40 BY; %60 mix (SY + KTY + KY) + %40 BY içerikli yemler hazırlayarak 2 ayrı çalışma denemişlerdir. Birinci çalışmada 3 ay boyunca ortalama ağırlıkları 10 ± 1 g olan bireylerle gerçekleştirmişler. Çalışmanın sonunda ağırlık olarak gruplar arasında fark olmadığı saptanmıştır. Araştırmacılar, ikinci çalışmada ise, birinci çalışmada kullanılan yemlere ek olarak %80 SY + %0 BY; %80 KTY + %20 BY içerikli yemler ekleyerek 7 grup şeklinde gerçekleştirmişlerdir. İkinci çalışmanın ilk kısmında ortalama ağırlıkları 79 ± 1 g olan balıklarla başlanmış ve final ağırlıkları arasında en iyi büyümenin tamamen BY ile hazırlanmış yemler ile beslenen kontrol grubunda olduğu, %60 yağ içeren bitkisel yağlarla hazırlanan grupların kontrol grubunu takip ettiği belirtmişlerdir. Araştırmacılar ikinci çalışmanın son 95 günlük süre sonunda, en iyi büyümenin %100 BY, %60 SY, %60 KY ve %60 miks olarak hazırlanan gruplarda olduğu, en düşük büyümenin ise %80 yağ içeren yemler ile beslenen gruplarda olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca kısa süreli çalışmada, BY ile beslenen bireylerin karaciğerlerinde, merkezi olarak yerleşmiş düzenli büyük çekirdeklere sahip hepatositlerin olduğu ve stoplazmada hepatositlerin boyutlarını önemli ölçüde etkilemeyen bazı lipid vaküollerinin olduğunu bildirmişlerdir. KTY ve miks diyetlerle beslenen bireylerin

karaciğerlerinde, kontrol grubuna benzer hepatositlere raslandığı, KY diyetler ile beslenen grupların karaciğerlerinde ise birkaç vaküolün olduğu bu karşın, SY diyetler ile beslenen grubun karaciğerlerinde çok sayıda lipit vaküollerin olduğunu bildirmişlerdir. İkinci denemede ilk 3 ay sonunda balıklarda incelenen karaciğerlerde, BY, %60 KTY ve %60 miks grupların da karaciğerin normal bir morfolojiye sahip olduğunu hepatositlerin normal boyutta olduklarını ifade etmişlerdir. %60 SY ve %60 KY ile beslenen bireylerde ise, hücre çekirdeklerinin hücre içerisine yaklaşan ve daha hacimli hepatositlerin olduğunu, %80 SY ve %80 KTY ile beslenmiş bireylerde ise hepatositlerde ve peripankreatik dokuda lipit birikiminin olduğunu söylemişlerdir.

Izquierdo ve ark. (2004) bildirdiğine göre, uzun periyotta bitkisel kaynaklı yağlar içeren yemler ile beslenen çipuraların et kalitesi ve filetolarının yağ asidi profilini incelemişlerdir. Çalışmada, kontrol grubu, %60 KY, %60 KTY, %60 SY, %80 SY ve %80 KTY içeren yemler kullanmışlardır. Çalışmanın ilk 5 ayında balıklar, deneme yemleri ile beslenmiş son 2 ay süresince BY içeren yemler ile beslenmişlerdir. Araştırma sonunda elde edilen verilere göre, %60 bitkisel kaynaklı yağ kullanarak yapılan yemlerle beslenen çipuraların uzun periyotta yem alımı, gelişme ve et kalitesi açısından herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığını bildirilmiştir.

Izquierdo ve ark., (2005), BY'nın bir kısmının yerini alabilecek bitkisel kaynaklı yağların Avrupa deniz levrekleri üzerine etkili olabilecek büyüme, yem alımı, et kalitesi ve balıktaki yağ asitleri profilini tespit etmeye çalışmışlardır. Araştırmada, BY içeren yem ile birlikte, deneme amaçlı soya, KY ve KTY kullanılmış ve 5 farklı %25 lipit içeren aynı enerji oranına sahip yemler yapılmıştır. Denemenin sonunda bütün gruplarda yem alımı, yem çevrimi ve gelişme oranında olumlu sonuçlar alınmıştır. Araştırmacılar, yemdeki esansiyel yağ asitlerinin minimum miktarları alınarak, BY'nın yerine %60 oranında SY, KTY ve KY'nın kullanılabileceğini önermişlerdir.

Montero ve ark., (2005), bitkisel kaynaklı yağ içeren yemler ile beslenen Avrupa deniz levreklerinin gelişme, yem alımı ve et kalitesini incelemişlerdir. Başlangıç ağırlığı 75 g olan bireyleri 8 aylık bir süre zarfında %22 lipit içeren farklı yemler ile beslemişlerdir. Çalışmada kontrol grubuna (%100 BY) ek olarak, deneme amaçlı %60 kanolaya yağı (KAY), %60 SY, %60 KTY ve %80 KTY ile hazırlanan yemler kullanılmıştır. İlk 5 ay bu yemler ile sonraki 3 ay ise sadece BY içeren yemler ile besleme yapılmış ve deneme sonunda yem alımında bir farklılık gözlenmemiştir. Araştırmacılar, bitkisel kaynaklı yağ kullanımının et kalitesinin olumsuz etkilemediğini, soya ve KTY'nın %60 oranında kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Mourente ve ark. (2005a), Avrupa deniz levreği üzerine yaptıkları diğer bir çalışmada, kontrol; (%100 hamsi yağı (HY)), %40 HY + %35 KTY + %15 hurma yağı (HRY), ve %40 hamsi yağı + %24 KTY + %12 HRY + %24 KY şeklinde 3 farklı yem yapmışlardır. Araştırmacılar başlangıç ağırlıkları $5,2 \pm 1$ g olan bireyler ile çalışmayı başlatmış ve 64 hafta sonunda çalışmayı sonlandırmışlardır. Çalışma sonunda elde edilen verilere bakılarak en iyi büyümenin $176,2 \pm 32,9$ g ile kontrol grubunda olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca %40 HY + %35 KTY + %15 HRY grubunda $143,2 \pm 29,4$ g ve %40 HY + %24 KTY + %12 HRY + %24 KY grubunda ise $159,8 \pm 34$ g şeklinde olduğunu ve balıkların yemlerinde %60'a kadar bitkisel yağların karışım halinde eklenebileceğini söylemişlerdir.

Mourente ve ark. (2005b), Avrupa deniz levreği üzerine yaptıkları bir çalışmada, BY'nın KY, KTY ve ZY ile kısmi değiştirmesini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar %100 BY, %60 KY, %60 KTY ve %60 ZY şeklinde 4 farklı yem hazırlamışlardır. Ortalama ağırlıkları 90 g olan bireyleri 34 hafta deneme yemleri ile daha sonra 14 hafta boyunca BY ile yemlemişlerdir. Çalışmanın ilk aşamasında gruplardaki büyüme değerleri, kontrol grubunda 442 ± 75 g, KY $430,4 \pm 81,8$ g KTY $434,3 \pm 74,3$ g ve ZY $404,9 \pm 90$ g olarak belirlenmiştir. Tekrar 14 hafta BY ile besleme sonrasında ise elde edilen değerler, BY'nda $599,5 \pm 77,2$ g KY'nda 640 ± 101 g KTY'nda $654,8 \pm 130,3$ g ve ZY'nda $633,4 \pm 101$ g olarak saptanmıştır.

Araştırmacılar, bitkisel yağların eklenmesiyle gruplarda C-18 yağ asidi seviyelerinde artışların olduğu, bununla birlikte EPA ve DHA seviyelerinin azaldığını ifade etmişlerdir. Çalışmanın ikinci aşaması olan 14 hafta (geri besleme) tamamen BY ile hazırlanmış yemlerle beslenmesi bütün gruplardaki yağ asidi profilinin kontrol grubuna nerdeyse benzer bir profil oluşturduğu belirlenmiştir. İlk çalışma sonrasında diyetlerde n-3 HUFA'ların azalması sebebi ile hepatositlerde büyük miktarlarda yağ damlacıklarının biriktiği gözlemlenmiştir. Buna ek olarak 14 hafta BY ile beslendikten sonra kontrol grubuna benzer bir tablo oluşturduklarını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, elde edilen veriler ışığında, levrek yemlerine %60 KY, %60 KTY ve %60 ZY kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Martins ve ark., (2006), Avrupa deniz levreği üzerine SY'nın belirli oranlar ile BY ile değiştirilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Başlangıç ağırlığı $16,3 \pm 0,8$ g olan bireylerle 84 gün süren çalışma sonunda belirtilen yağlarla hazırlanan yemler ile beslenen gruplarda, final ağırlığının $38,1 \pm 4,5$ g, yem çevirim oranlarının $1,4 \pm 0,2$ olduğunu söylemişlerdir. Araştırmacılar, levrek yemlerine %25-50 arasında SY'nın eklenebileceğini belirtmişlerdir.

Francis ve ark., (2006), morina balıklarında (*Maccullochella peelii peelii*) yavruları için BY'na alternatif olarak bitkisel kaynaklı iki yağ kaynağının (KAY ve KTY) ve bitkisel yağ karışımlarının uygunluğunun araştırıldığı çalışmada, son ağırlık, spesifik büyüme oranı ve günlük yem tüketiminin, KTY ile hazırlanmış yemlerle beslenen balıklarla karşılaştırıldığında, KTY + BY karışımı ve BY ile hazırlanmış yemlerle beslenen balıklardan daha yüksek olduğu, yem ve protein değerlendirme oranında ise gruplar arasında herhangi önemli bir farklılığın olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca, balık kaslarındaki yağ asidi profillerinin yemlerdeki yağ asidi profillerini yansıttığı belirlenmiştir. Büyümeye önemli bir etkisi olmamasına rağmen, morina yemlerinde BY'nın %50'den fazla KTY ve %100 KAY ile değiştirilebileceği önerilmiştir.

Richard ve ark., (2006), Avrupa deniz levreğinde üzerine BY'nın bitkisel yağlar ile belirli oranlarda karıştırılması üzerine bir çalışma yapmış ve sonuçları değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar %100 HY kontrol grubu, %40 HY + %60 bitkisel yağlar (%35 KTY + %15 HRY + %10 KY) ve %40 HY + %60 bitkisel yağlar (%24 KTY + %12 HRY + %24 KY), şeklinde 3 farklı diyet yemi yapmışlardır. Başlangıç ağırlıkları $5,2 \pm 1,0$ g bireylerle süren çalışmayı 64 haftada sonlandırmışlardır. Çalışmanın sonunda yapılan ölçümler ve analizler sonucunda, büyümenin kontrol grubunda 176 ± 33 g, %40 HY + %60 bitkisel yağlar (%35 KTY + %15 HRY + %10 KY) grubunda $143 \pm 2,9$ g ve %40 hamsi yağı + %60 bitkisel yağlar (%24 KTY + %12 HRY + %24 KY) grubunda ise $160 \pm 3,4$ g olduğunu söylemişlerdir. Yem veriminin ise final ağırlığına paralel bir yapı oluşturduğunu ve karaciğer somatik indeksinin de aynı profili yarattığını söylemişlerdir. Araştırmacılar balıklarda toplam kolesterol seviyelerinin kontrol grubunda $3,2 \pm 0,1$, %40 HY + %60 bitkisel yağlar (%35 KTY + %15 HRY + %10 KY) grubunda $2,6 \pm 0,1$ ve %40 HY + %60 bitkisel yağlar (%24 KTY + %12 HRY + %24 KY) grubunda $2,6 \pm 0,3$ şeklinde olduğunu, uzun süreli %60 bitkisel yağların yemlere eklenmesinin hipokolesterolemik bir etkiye yol açtığını ancak büyüme ve yağ birikiminde bir farklılığa yol açmadığını savunmuşlardır.

Almaida-Pagan ve ark., (2007), sivri burun karagöz (*Diplodus puntazzo*) üzerine yaptıkları çalışmada, BY'nın %100 KTY ve %100 SY ile değiştirilmesi ile 3 farklı yem kullanmışlardır. Araştırmacılar ortalama ağırlıkları 14,9 g olan sivri burun karagöz bireyleri ile yaptıkları çalışma sonunda final ağırlıklarının BY'nda $147,5 \pm 33,6$ g, SY'nda $158,8 \pm 34,3$ g ve KTY'nda $151,3 \pm 40,1$ g olduğunu ve istatistiksel anlamda farklılık olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonunda yaptıkları yağ asitlerinin EPA ve DHA profillerinin KTY ve SY'nda önemli ölçüde düştüğünü, linolenik (18:3n-3) yağ asit KTY'nda arttığını ve linoleik (18:2n-6) yağ asit SY'nda arttığını ifade etmişlerdir. Ayrıca EPA/DHA oranının gruplar arasında istatistiki olarak farklı olmadığını belirtmişler ve sivri

burun karagöz balıklarının büyümesinde bitkisel yağların herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığını ifade etmişlerdir.

Turcuhini ve ark., (2007), murray morina (*Maccullochella peelii peelii*) üzerine yaptıkları çalışmada, %100 BY, %50 palmiye yağı (PY), %50 ZY, %50 KTY ve %50 ayçiçek yağı (AÇY) şeklinde 3 farklı yem hazırlamışlardır. Araştırmacılar $13 \pm 0,5$ g bireyler ile başladıkları çalışmayı ilk 8 hafta hazırladıkları 3 farklı yem ile beslemiş, son 8 hafta ise tüm gruplara %100 BY ile hazırlanmış yemlerle (geri besleme) beslemişlerdir. İlk 8 haftada büyümeler %100 BY’nda $31,8 \pm 1,5$ g, %50 PY + %50 ZY $30,5 \pm 1,06$ g ve %50 KTY + %50 AÇY ise $30,5 \pm 0,33$ g olarak belirlemişlerdir. Son 8 haftada (geri besleme) ise %100 BY olan grupta $63,9 \pm 3,82$ düşük PUFA’lı grupla, $68,9 \pm 2,64$ yüksek PUFA’lı grupta ise $67,4 \pm 3,45$ olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar yağ asitleri ile ilk 8 haftada n-3 PUFA seviyelerinin, bitkisel yağların eklemesi ile azalış gösterdiğini, son 8 haftada (geri besleme) ise n-3 PUFA seviyelerinin diğer iki grupta %100 BY grubuna yaklaştığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar kültür balığı yetiştiriciliğinde yemlere eklenen BY’nın azaltılıp bu bitkisel yağlar ile gerçekleştirilmesinin yüksek gelir getireceklerini ve pazar aşamasından önce %100 BY ile beslendikleri takdirde yağ asidi profilinin geri kazanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Piedecausa ve ark., (2007), sivri burun karagöz (*Diplodus puntazzo*) balıklarının yemlerinde BY’nın tamamen bitkisel yağlar ile değiştirilmesiyle bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada %100 BY, %100 KTY ve %100 SY ile hazırladıkları yemleri, başlangıç ağırlıkları 14,3 g olan bireyler ile 90 gün uygulamışlardır. Çalışma sonunda, BY grubunun final ağırlığı $73 \pm 5,40$, SY $70,6 \pm 4,3$ ve KTY $64,9 \pm 9,4$ olduğunu, yem çevirim oranının ise BY’nda ve SY’nda $1,15 \pm 0,03$, KTY’nda $1,21 \pm 0,21$ değerlerde bulunduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar bitkisel diyetlerin linoleik ve linonelik yağ asitlerinde artışın olduğunu, buna karşın Araşidonik asit (ARA), EPA ve DHA’nın kas içeriğindeki miktarlarının azaldığını ifade etmişlerdir. Veriler sonucunda sivri burun karagöz diyetlerine soya ve KTY eklenebileceğini bildirmişlerdir.

Montero ve ark., (2008), bitkisel kaynaklı yağ içeren yemler ile beslenen çipura balıkları ile yaptıkları çalışmada, %100 BY, %100 KTY; %100 SY ve %50 KTY + %50 SY şeklinde dört farklı yem hazırlamış ve 6 ay çalışmayı sürdürmüşlerdir. Ortalama ağırlıkları 34 ± 1 g olan bireylerin kullanıldığı çalışmada, en iyi büyümenin kontrol grubunda olduğu, diğer 3 grup arasında istatistiksel farkın olmadığı ifade etmişlerdir. Buna karşın yem çevirim oranın $1,35 \pm 0,03$ ile kontrol grubunda ve %100 KTY ile beslenen bireylerde $1,57 \pm 0,07$ değer ile kontrol grubuna daha yakın olduğu diğer iki grubun daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Vargas ve ark., (2008), BY'nın bir kısmının yerine konulan bitkisel kaynaklı yağlar ile yapılan yemler ile beslenen kedi balıklarının (*Rhamdia quelen*) tüm vücut yağ asitleri kompozisyonu ve gelişme parametrelerini incelemişlerdir. Ortalama ağırlıkları 1 g olan kedi balıkları eş enerjili ve eş nitrojenli yemler ile beslenmiştir. Denemede kontrol grubuna (BY) ek olarak, %100 mısır yağı (MY), 1/3 KTY, 2/3 KTY ve 3/3 KTY içeren yemleri kullanılmıştır. Araştırma sonunda, gruplar arasında davranış farklılığının olmadığını belirtmişlerdir. Balık vücudundaki yağ asidi profili ve n-3/n-6 oranının kullanılan yemler ile çok yüksek derecede etkilendiği saptanmış ve et kalitesi yüksek olacak bir balık için yemlerde KTY kullanımının balıkların performansını etkilemeden kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Turchini ve ark., (2009a) gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) ile yaptıkları çalışmada, BY'nı %100 KTY ile değiştirerek yeni iki grup yem elde etmiş ve bu yemleri başlangıç ağırlıkları 67,5 g olan bireylerin beslenmesinde kullanmışlardır. Tamamen BY ile yemlenmiş grupta final ağırlığının 182,9 g, tamamen KTY ile yemlenmiş grupta final ağırlığının 180,3 g ve istatistiki olarak grupların final ağırlıklarının benzer olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar ,BY ile beslenmiş bireylerde 20:5n-3 yağ asitlerinin KTY'na oranla daha yüksek olduğunu, buna karşın 18:3n-3 yağ asitleri bakımında KTY ile beslenmiş bireylerin BY ile beslenmiş bireylere oranla daha yüksek olduğunu vurgulamışlardır.

Turcchini ve ark., (2009b) alabalıklarda yaptıkları diğer bir çalışmada BY'nın %100 KTY ile değiştirilmesiyle 2 farklı yem hazırlamışlardır. Başlangıç ağırlıkları 88 ± 1 g olan bireylerin araştırma sonunda final ağırlığının tamamen BY ile hazırlanmış yemler ile beslenen grupta 359 g ağırlığa ulaştığını diğer grupta ise 332 g olduğunu saptamışlardır. Araştırmacıların vücut yağ asitlerinde EPA'nın başlangıç değerine göre, %100 BY grubunda artarken, %100 KTY'nda azaldığını, DHA'nın ise EPA ile benzer bir profil izlediğini bildirmişlerdir.

Aderolu ve Akinremi., (2009) karabalıklarda (*Clarias gariepinus*) yapılan bir çalışmada, %5-10 yer fıstığı yağı (YFY) ve %5-10 hindistan cevizi yağının (HCY), BY ile değiştirilmesi ile 5 farklı yem hazırlamışlar ve 6 hafta süren çalışmada ortalama ağırlıkları $26 \pm 1,2$ g. olan bireyler kullanmışlardır. Çalışma sonunda bütün grupların kontrol grubunu geçtiği ve en iyi büyümenin olduğu %5 YFY'nda $77,6 \pm 3,94$ g olduğunu saptamışlardır. Yem çevirim oranlarının da final ağırlığına paralel olarak gerçekleştiğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar karabalık yemlerine kademeli olarak HCY ve YFY eklenmesinin ekonomik olarak fayda sağlayacağını belirtmişlerdir.

Fountoulaki ve ark., (2009), çipuralarda bitkisel yağların BY ile değiştirilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Başlangıç ağırlıkları ortalama 112 ± 2 g olan bireylerle çalışmayı başlatıp 83 gün deneme yemleri ile daha sonra 120 kontrol yemi ile tüm grupları beslemiş ve sürdürmüşlerdir. Araştırmacılar %69 oranında KAY, %69 SY ve %69 oranında PY eklemiş ve 4 farklı yem yapmışlardır. Araştırma sonunda gruplar arasında SY ve KAY ile beslenmesin büyümede aralarında istatistiki olarak farkların olmadığını, ancak palmiye grubunun diğer gruplara göre geride kaldığını bildirmişlerdir. Deneme yemleri ile beslenen karaciğer dokuları üzerinde yapılan histolojik gözlemlerde lipit birikiminin BY> SY> KAY> PY şeklinde gerçekleştiğini geri besleme sürecinden sonra kısmen lipit birikiminin bir azalma olduğunu, bağırsak dokularında gruplar arasında anormalliklerin olmadığını belirtmişlerdir. Bitkisel yağlarla ile hazırlanmış yemlerle beslenen bireylerin yağ asitlerinde EPA, ARA ve DHA oranlarında

azalmaların olduğunu ve 120 gün arınma sürecinden sonra bu yağ asitlerinin tekrar dönüşümünün olmadığını belirtmişler. Çalışma sonunda elde ettikleri verilere dayanarak, çipura yemlerine %69 SY ve KAY'nın eklenebileceğini, PY üzerine daha fazla araştırma yapılması gerektiğini saptamışlardır.

Santigosa ve ark., (2010), balık yağlarının yüksek miktarda bitkisel yağlarla değiştirilmesiyle çipuralarla ilgili bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar, kontrol; (%100 BY), 67 BY + %33 bitkisel yağ (%17 KY + %58 KTY+ %25 PY), %34 BY + %66 bitkisel yağlar (%17 KY + %58 KTY + %25 PY), ve %100 bitkisel yağ (%17 KY + %58 KTY + %25 PY) şeklinde 4 farklı diyet yemi hazırlamışlardır. Araştırmacılar başlangıç ağırlığı $16,2 \pm 0,05$ g ağırlığındaki bireylerle çalışmaya başlamış ve 11 hafta yemlemeden sonra çalışmayı sonlandırmışlardır. Çalışmanın sonunda; kontrol, 67 BY + %33 bitkisel yağ ve %34 BY + %66 bitkisel yağların balık bireyleri üzerinde, hem büyümede hem de yem çevirim oranlarında benzer etkiler gösterdiğini, %100 bitkisel yağ grubunun ise bu değerlerin gerisinde kaldığını ifade etmişlerdir. Çalışmanın sonunda bireylerin bağırsaklarından alınan örneklerde, bağırsak kıvrım uzunluklarının ve bağırsak tabakasının bütünlüğünün gruplar arasında farklı olmadığı söylemişlerdir. Ancak, %100 bitkisel yağ grubunun bağırsak dokularında lipit damlacıklarını içeriğinde bir artış olduğunu ve goblet hücre sayısında azalmanın meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar çipura yemlerine %66'ya kadar bitkisel yağların ilave edilmesinin büyüme ve et kalitesini etkilenmediğini ifade etmişlerdir.

Sotolu (2010), karabalıklar üzerine yaptıkları bir çalışmada, BY'nın tamamen bitkisel yağlar ile değiştirilmesiyle, kontrol (%100 BY), %100 susam yağı (SUY), %100 YFY, %100 SY ve %100 PY şeklinde 5 farklı diyet yemi hazırlamıştır. Başlangıç ağırlıkları $6,37 \pm 0,24$ g olan bireylerle 10 hafta süren çalışma sonunda büyüme grupları arasında istatistiksel bir farkın olmadığını, yem çevirim oranlarının en iyi kontrol ve %100 YFY gruplarında bulunduğunu ifade etmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda %100 SUY dışında kedi balıkları

yemlerinde %100 palmiye, %100 YFY ve %100 SY'nın eklenmesinin büyümede BY'na göre etkilenmediğini belirtmişlerdir.

Arslan ve ark., (2012), kahverengi alabalıklar üzerine, yaklaşık 1 g ağırlığındaki bireylerle 6 hafta süren bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar, %100 BY; %100 fındık yağı (FY); %50 KTY + %50 SY; %10 soya fasulyesi lesitini şeklinde 4 farklı yem ile beslemişler ve final ağırlıkların en iyi grubu %50 KTY + %50 SY grubunda olduğunu, en düşük büyümenin ise %100 SY olduğunu söylemişlerdir. Yem çevirim oranları %100 BY ve %100 SY'nda $1,2 \pm 01$ olduğu diğer iki grupta $1,3 \pm 01$ olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar balıkların yağ asitlerinin diyet yağ asidi profilini yansıttıklarını %50 KTY + %50 SY grubunda DHA'nın yüksek düzeylerde olduğunu, soya fasulyesi lesitini grubunda ise DHA'nın bütün gruplardan yüksek, EPA değerlerinin BY'ndan sonra en iyi sonucun %50 KTY + %50 SY olduğunu ve n3/n6 değerinde EPA'ya paralel olduğunu savunmuştur. Yemlere %50 KTY + %50 SY eklenebileceğini önermişlerdir.

Mahisa ve ark., (2013), KTY'nın belirli seviyelerde ile BY ile ikame edilmesi üzerine gökkuşağı alabalıklarda yapılan bir çalışmada %100 KTY; %50 KTY ve %100 BY şeklinde 3 farklı yem hazırlamışlardır. Araştırmacılar ortalama ağırlıkları $16,5 \pm 0,5$ g olan bireyler ile 56 gün sürdürdükleri çalışma sonunda hem büyüme hem de yem çevirim değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığını savunmuşlardır. Araştırmacılar yağ asitlerinde PUFA n-3 serisini %100 KTY ile beslenen grupta arttığını ancak HUFA n-3 seviyelerinin bitkisel yağlarla azaldığını belirlemişlerdir. Aynı çalışmada araştırmacılar alabalık yemlerinde %100 KTY eklenmesinin yem alımını, yem değerlendirme oranını ve büyümeyi etkilemediğini ancak yağ asidi profilin önemli değiştirdiğini saptamışlardır.

Demir ve ark., (2014), Mozambik tilapia (*Oreochromis mossambicus*) yavruları üzerine yaptıkları çalışmada, yemlerde BY'nın %50 ve %100 YFY ile değiştirilmesi ile 3 farklı yem hazırlamışlardır. Araştırmacılar, $6,36 \pm 0,19$ g olan bireyler ile 60 gün besleme yapmışlar ve çalışma sonunda hem büyümede hem de

yem çevirim değerlerinde %50 BY, %50 YFY'nın daha iyi olduğunu istatistiksel olarak savunmuşlardır. Çalışma sonunda, balıkların kimyasal kompozisyonlarında hiçbir fark olmadığını aynı zamanda, kısmen ve tamamen YFY ile değiştirilmiş gruplarda, kontrol grubuna göre hemotolojik ve immünolojik yönünden de farkların olmadığını belirtmişlerdir. Serum glukoz, trigliserit ve kolesterol değerlerinin %50 grubunda diğer gruplara göre daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar YFY'nın yavru tilapialarda yemlere %50 oranında eklenmesi ile büyüme performansı, serum biokimyasal ve hemato-immünolojik parametrelerde hiçbir etkinin olmadığını bildirmişlerdir.

Kesbiç ve ark., (2015), karagöz (*Diplodus vulgaris*) BY'nın %50 YFY ve %100 YFY ile değiştirilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar başlangıç ağırlıkları $10 \pm 0,5$ g olan bireyler ile çalışmayı başlatmışlar ve 8 hafta sonra çalışmayı sonlandırmışlardır. Çalışma sonunda en iyi büyümenin $24,42 \pm 1,18$ ile %50 YFY grubunda olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca yem çevirim oranlarında %50 YFY ile BY aynı olduğunu %100 YFY'nın daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Balık etinde bulunan yağ ve protein değerlerinin gruplar arasında farklı olmadığını söylemişlerdir. Ayrıca yağ asitleri bakımından EPA ve DHA'nın eklenen bitkisel yağ yüzdesine paralel bir düşüşün olduğunu, yemlere paralel şekilde toplam n-3 miktarının azaldığı ve n-6 miktarlarının da arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar karagöz yemlerinde %50 oranında YFY'nın BY ile değiştirilebileceğini ifade etmişlerdir.

Wassef ve ark., (2015), balıkların büyümesi, yağ asitleri ve karaciğer yapısı üzerine yaptıkları bir çalışmada BY, KTY ve ayçiçek yağının farklı oranlarda değiştirilmesiyle çipuraların gelişimini izlemişlerdir. Araştırmacılar kontrol grubunda %100 BY; %50 BY + %50 KTY, %50 BY + %50 AÇY, %40 BY + %60 KTY, %40 BY + %60 AÇY, %30 BY + %70 KTY, %30 BY + %70 AÇY şeklinde 7 farklı yem hazırlamışlar ve çipuraları 60 gün bu yemlerle beslenmişlerdir. Çalışmaya ortalama ağırlıkları $4,0 \pm 0,5$ g. bireyler ile başlamışlar. Çalışma sonunda en iyi büyümenin $23,9 \pm 0,30$ g. ile kontrol grubunda olduğu ve %50 bitkisel yağ

içeren iki grubun kontrol grubuna yakın olduğu belirtmişlerdir. En düşük yem çevirim oranının kontrol grubunda ve %50 AÇY beslenen gruplarda olduğunu bulmuşlardır. Araştırmacılar ayrıca yağ asitlerin PUFA bakımından bitkisel yağların eklenmesi ile artışın olduğunu ve en yüksek artışın %50 AÇY' olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca n-3 HUFA değerlerinin bitkisel yağlar eklendikçe azaldığını, özellikle bu azalmanın EPA ve DHA'da olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışma sonunda alınan histolojik verilerde sadece kontrol yemleri ile beslenen bireylerin karaciğerlerinin normal bir morfolojik yapı gösterdiği kademeli bitkisel yağlarla değiştirilmiş yemlerle beslenen bireylerin hepalit morfolojisinin değiştiğini tespit etmişlerdir. AÇY (%60) yemlerinde lipit vakuollerde artış gösterirken, %70 KTY ve %70 AÇY bireylerinin karaciğerlerinde şiddetli yağ infiltrasyonu ile şişen hepatositlerin olduğu ve yoğun vakuolizasyonun olduğunu belirtmiştir.

Acar ve Türker (2018), YFY'nın BY'yla değiştirilmesiyle gökkuşağı alabalıklar üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada %100 BY, %25 YFY, %50 YFY, %75 YFY ve %100 YFY şeklinde 5 farklı yem hazırlamışlardır. Başlangıç ağırlıkları $51,3 \pm 0,50$ g bireylerle 60 gün süren bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonunda final ağırlıklarına göre büyümenin %50 YFY grubu dâhil kontrol grubu ile istatistiksel olarak farkın olmadığı, diğer iki grubun geride kaldığını ifade etmişlerdir. Yem çevirim oranına bakıldığında ise, en iyi %25 YFY grubu olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma sonunda EPA değerlerinin %50 YFY grubunda kontrol grubuna yakın olduğu, en düşük değer ise %100 YFY grubunda olduğunu ifade etmişlerdir. Elde edilen verilere göre, gökkuşağı alabalık yemlerine %50 YFY ilave edilmesinin hem yağ asidi profilinde hem büyümede pozitif etki ettiğini savunmuşlardır.

Sanchez-Moya ve ark., (2020), çipuralar üzerine yaptıkları bitkisel yağların BY ile değiştirilmesinin bireylerin büyüme, lipit metabolizması ve et kalitesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar, A grubu (%4,64 BY+ %2,02 KTY + %11,57 KY), B grubu (% ,03 PY + %3 KTY + %5,7 KY), C grubu (%9,87 PY +

%3,94 KTY), D grubu (%4,81 PY + %3,37 KTY + %5,54 SY), E grubu (%2,82 KTY + %10,81 SY), F grubu (% 2,42 KTY+ %5,8 KY + %5,39 SY), G grubu (%2,43 PY + %2,7 KTY + %5,84 KY+ % 2,65 KY), H grubu (%4,64 BY + %13,63 SY), I grubu (%13,58 KY) ve J grubu (%13,88 KY) şeklinde 10 farklı yem hazırlamışlardır. Ortalama başlangıç ağırlıkları 81 ± 1 g olan bireylerle yaptıkları çalışmayı 18 hafta sürdürmüşlerdir. Edindikleri veriler doğrultusunda, balıkların büyümesinin rakamsal olarak birbirlerine yakın çıktığını, spesifik büyümenin ve yem çevirim oranlarında gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık olmadığını bildirmişlerdir. SY içeren gruplar ile beslenen bireylerin bağırsak dokusunda uzamalar meydana geldiği, bunun da emilim kapasitesini güçlendirmek için telafi edici bir mekanizma olduğunu belirtmişlerdir.

Dernekbaşı (2021a), Avrupa levreği yavrularının (*Dicentrarchus labrax* L.) üzerinde, BY ve balıkyağına alternatif olan YFY ile yaptıkları bir çalışmada, yağ asidi profilleri ve büyüme performansları üzerindeki etkilerini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar BY denemesi [C; BY ile sürekli beslenme (FO)], YFY denemesi [P; sürekli YFY ile beslenme (PO)], karışım yağ denemesi (PC; hem %50 FO hem de %50 PO içeren diyetle sürekli beslenme), dönüşümlü besleme üç deneme [(3P/3C; PO ile diyetle beslenen balıklar) 3 hafta boyunca ve takip eden 3 hafta boyunca FO), (3PC/3C; 3 hafta boyunca PC ile diyetle beslenen balıklar ve takip eden 3 hafta boyunca FO ile beslenen balıklar) ve (9P/3C; 9 hafta boyunca P ve C ile beslenen balıklar) sonraki 3 hafta için] 12 hafta boyunca beslenecek şekilde 6 farklı deneme grubu dizayn etmişlerdir. Sırasıyla P ve 3PC/3C ve 9P/3C gruplarında önemli ölçüde yüksek spesifik büyüme oranı (SBO) elde edildiğini belirtmişlerdir. Çalışma sonunda C grubunda yem çevirim oranı en iyi değerlerde bulunurken, karaciğer somatik indeksine (KSI) ve visseral somatik indeksin (VSI) değerleri düşük oranlarda bulunmuştur. Besinsel kompozisyon değerleri açısından en yüksek ham protein değerinin 3P/3C grubunda olduğunu ve genel olarak protein oranları deney gruplarında döngülü olarak beslenen gruplarda daha yüksek olduğunu söylemişlerdir. En yüksek ham lipid oranı ise P grubunda bulunmuştur.

Doymuş yağ asidi miktarlarının en yüksek olduğu grubun 9P/3C olduğunu, en düşük SFA miktarının ise C grubunun sahip olduğunu söylemişlerdir. En yüksek tekli doymamış yağ asiti (MUFA) değerine P grubu sahipken, en düşük MUFA içeriği 3PC/3C ve C gruplarında belirlendiğini ifade etmişlerdir. EPA, n-3 PUFA ve n3/n6 oranları, gruplar arasında karşılaştırıldığında, döngülü olarak beslenen gruplarda önemli ölçüde daha yüksek olduğu söylemişlerdir. DHA oranı 9P/3C grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede düşük çıktığını ve ayrıca balık etinde bulunan lipit kalitesi EPA ve DHA oranları ile doğrudan ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar Avrupa levrek yetiştiriciliğinde YFY ve BY içeren yemler ile döngülü besleme rejimlerinin kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Dernekbaşı (2021b), yılında, Avrupa levrek yavruları (*Dicentrarchus labrax* L.) üzerine yaptıkları başka bir çalışmada, farklı oranlarda YFY'nın BY ile kullanılmasıyla yavru bireylerin büyüme ve vücut biokimyasal ve yağ asidi kompozisyonlarını incelemişlerdir. On iki haftalık bir sürede yürütülen çalışmayı 6 grup şeklinde tasarlamışlar ve toplamda 18 deneme tankı kullanmışlardır. Araştırmacılar çalışmada, her tanka ağırlık ortalamaları $4,7 \pm 0,01$ g olan 12'şer adet balık bireyleri stoklamışlardır. Çalışmada, %0 YFY olan K (kontrol), %20 YFY, 40 YFY, %60 YFY, % 80 YFY ve %100 YFY şeklinde 6 farklı yem formülize etmişler ve dene gruplarını bu yemlerle beslemişlerdir. Çalışma sonunda en iyi yem çevirim oranının %80 YFY grubunda olduğu, en iyi büyümenin %60 YFY, %80 YFY ve %100 YFY gruplarda olduğunu bulmuşlardır. Çalışma sonunda yapılan analizler sonucunda fileto da bulunan yağ asidi profilinin, yemlerde bulunan yağ asidi profilini yansıttığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar PUFA değerinin %60 YFY, %80 YFY ve %100 YFY gruplarında bulunan miktarının diğer deneme gruplarından daha düşük olduğunu, SFA değerlerinde ise en yüksek %100 YFY grubunda olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca özellikle palmitik asit, araşidonik asit, oleik asit, eikosenoik asit, EPA ve DHA gibi bazı yağ asitlerinin bütün deneme gruplarında yüksek olduğu savunmuşlardır. Araştırmacılar sonuç olarak yavru

levrek yemlerinde YFY'nın balık unun var olduğu sürece BY'na alternatif bir yağ kaynağı olduğu ifade etmişlerdir.

Amerio ve ark., (1989), Hardy ve ark., (2001), Mourente ve Bell, (2006), Turchini ve ark., (2009), Torstensen ve ark., (2000); Bell ve ark. (2001), Rosenlund ve ark. (2001), Hunt ve Tekelioğlu (2004), Mourente ve Bell (2006), Benedito-Palos ve ark. (2009), Brown ve Hard (2010), Nasopoulou ve ark. (2011), Deng ve ark. (2011), çipura ve Avrupa deniz levreği yemlerinde BY yerine kullanılabilecek bitkisel yağ kaynaklarının büyüme, yem performansı, et kalitesi ve yem değerlendirme oranlarının bitkisel yağların hangi oranlarda ve hangi bitkisel yağların eklenebilirliği üzerine çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar, BY yerine, SY, KTY, KY, ZY, HRY, SUY, MY, YFY ve FY gibi çeşitli bitkisel yağların balık yemlerine belirli oranlarda eklenebileceğini göstermişlerdir.

Bell ve ark. (2004), Bransden ve ark. (2003), Fonseca-Madrigal ve ark. (2005), Miller ve ark. (2007), Turchini ve Francis (2009), Leaver ve ark. (2008), Wilson ve ark. (2007), Thanuthong ve ark. (2011), Yıldız ve ark. (2015), Tasbozan ve ark. (2015), Eroldoğan ve ark. (2018); Magalhaes ve ark., (2020), Ofori-Mensah ve ark., (2020); Dernekbaşı ve ark., (2021), bitkisel yağların balık beslemede kullanımının balığın büyümesi yem alımı gibi hayatta kalması üzerine negatif etkilerinin olmamasına karşın vücut kompozisyonlarının ve yağ asidi profillerinin değişimine sebep olabileceğini söylemişlerdir. Bitkisel yağların özellikle linoleik (18:2n-6) ve linolenik (18:3n-3) yağ asitleri yüksek miktarlarda içerdiği ancak n-3 çoklu doymamış yağ asitlerin bulunmayışı sebebiyle yemlerde belirli oranlarda eklenmesi balık vücut yağ asitlerinde (özellikle EPA ve DHA azalmasına) azalmalara sebep verecektir (Sargent ve ark., 2002; Jobling, 2003; Torstensen ve ark., 2004; Turchini ve ark., 2009; Rosenlund ve ark., 2010).

Yıllarca geri besleme olarak ifade edilen hem insan sağlığı hem de balık sağlığı açısından bitkisel yağların kullanımı sonucu azalan n-3 HUFA yağ asitlerinin geri dönüşüm yolları üzerine çalışılmıştır (Torstensen ve ark., 2005; Turchini ve ark., 2006; Bell ve Waagbø, 2008). Birinci yöntem, bitkisel yağların

yemlere eklenmesi ile yemlenen bireylerin hasat öncesi tamamen BY ile hazırlanmış yemlerle beslenmesine dayanmaktadır (Caballero ve ark., 2004; Bell ve ark., 2004; Mourente ve ark., 2005; Izquierdo ve ark., 2005; Turcchini ve ark. 2007).

İkinci yöntem ise, bitkisel yağlar ile yapılmış yemler ile aynı yağ yüzdesine sahip BY ile hazırlanmış yemleri döngülü şekilde balıklara verilmesidir. (Palmeri ve ark., 2008; Francis ve ark., 2009; Brown ve ark., 2010; Mumoğullarında, 2012; Dedeler, 2013; Yılmaz, 2014; Eroldoğan ve ark., 2018).

Tüm bu çalışmalar göz önünde bulundurularak, karnivor türler olan çipura ve Avrupa deniz levreğinin düşük sıcaklıklarda, BY yerine YFY, KTY ve FY ile hazırlanmış yemlerin, balıkların büyüme performansı, balık vücut kompozisyonu ve yağ asitleri profiline etkileri ele alınmış ve daha sonrasın bütün gruplara % 100 BY ile hazırlanmış kontrol yemi verilerek her iki türün yağ asidi profilinin değişimleri, diğer parametrelerin nasıl etkilendiği ayrıca yemlerdeki besin maddelerinin sindirilebilirlikleri belirlenmeye çalışılmıştır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Denemede Kullanılan Materyaller

Denemede balık materyali olarak kullanılan çipura (*Sparus aurata*) (ortalama ağırlıkları 25 ± 1 g) ve Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) (ortalama ağırlıkları 15 ± 1 g) bireyleri AKVATUR Su Ürünleri Ticaret ve Sanayi Anonim Şirketine (Tuzla, Adana) ait kuluçkahaneden temin edilmiştir.

ÇİPURA (*Sparus aurata*), Lin., 1758) BALIĞI

Sınıf: Osteichthyes

Takım: Perciformes

Familya: Sparidae

Cins: Sparus

Tür: *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758)

Çipura türüne, tüm Akdeniz’de rastlanmakla birlikte doğu ve güney doğu Akdeniz ülkelerinde, Kanarya Adaları’nda, İngiltere kıyılarında, Verde Burnu’nda ve nadir olarak Karadeniz kıyılarında rastlanır. Genellikle tropikal, subtropikal ve ılıman kuşaklarda yayılım gösteren çipura deniz fenogramlarının bulunduğu kumlu-çamurlu ve çamurlu ortamlarda yaşamını sürdürür. Bunun yanı sıra nehir ağızlarına ve lagüner bölgelere de girer (FAO, 2020).



Şekil 3.1. Çipura (*Sparus aurata*, Lin 1758) (Anonim, 2020a).

Levrek (*Dicentrarchus labrax*, Linneaus, 1758).

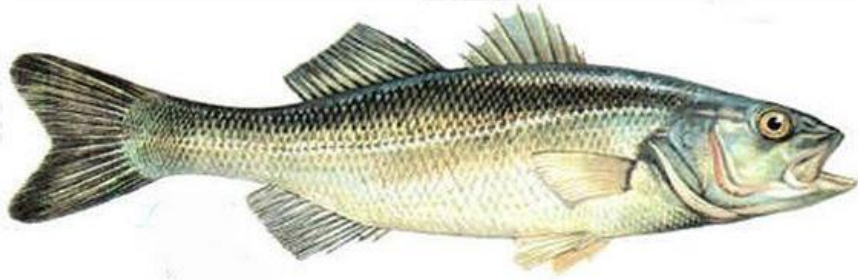
Sınıf : Osteichthyes

Takım : Perciformes

Familya : Serranidae

Cins : *Dicentrarchus*

Tür : *Dicentrarchus labrax* (Linneaus, 1758).



Şekil 3.2. Avrupa Deniz Levreği (*Dicentraachus labrax*, Lin 1758) (Anonim, 2020b).

Levrek türü, tüm Akdeniz'den, İngiltere'nin kuzey sahillerine ve Kanarya Adaları'na kadar yayılım gösterir. Kumlu, çamurlu-sığ bölgelerde, sıcaklığa ve tuzluluğa karşı gösterdiği toleransı ile nehir ağızlarında ve lagüner bölgelerde yaşayan bir littoral bölge balığıdır. Karnivor bir tür olan levreklerin genç dönemlerinde eklem bacaklılardan Crangon, Gammarus ve Ligia gibi küçük karidesleri, ergin dönemlerinde küçük balıklardan özellikle Sardina türünü, kafadanbacaklılardan Sepiola ve Loligo'yu, eklembacaklılardan Carnicus, Crangon sp. ve Macropipus türlerini tercih ettiği yakalanan bireylerin mide içeriklerinden alınan örneklerden ortaya çıkmaktadır (FAO, 2020).

Ticari işletmeden getirilen yavru balık bireyleri, deneme ortamına alıştırmak amacıyla 2000 L hacimli fiberglas tanklarda stoklanmıştır. Adepte boyunca 30 gün süre boyunca balıklara hazırlanan kontrol yemi günde 2 kez olacak şekilde verilmiş ve bu süre sonunda bireyler ortalama deneme ağırlığı çipuralarda yaklaşık $33,8 \pm 1$ ve levrek ise yaklaşık $23,2 \pm 1$ g ağırlığa erişmişlerdir. Denemede kullanılan yemin içeriği Çizelge 3.1.'de, yemlerin bazı yağ asidi değerleri Çizelge 3.2.'de, ayrıca detaylı yağ asitleri içerikleri Ek-1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede Kullanılan Yemlerin Formülasyonu ve Besisel İçeriği

GRUPLAR						
Ham maddeler (g/kg)	G1	G2	G3	G4	G5	G6
¹ Balık unu	370	370	370	370	370	370
² Mısır Gluteni	240	240	240	240	240	240
³ Soya unu	80	80	80	80	80	80
² Dekstrin	100	100	100	100	100	100
¹ Balık yağı	140	70	70	70	0	0
⁴ Keten tohumu yağı	0	0	0	70	70	70
⁵ Yer fıstığı yağı	0	0	70	0	0	70
⁴ Fındık yağı	0	70	0	0	70	0
⁶ CMC	35	35	35	35	35	35
⁷ DCP	15	15	15	15	15	15
⁸ Vitamin karışımı	10	10	10	10	10	10
⁹ Mineral karışımı	10	10	10	10	10	10
TOPLAM	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Hesaplanan Kimyasal Kompozisyon (% kuru madde)						
Nem	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
Ham protein	46,9	46,9	46,9	46,9	46,9	46,9
Ham yağ	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3
Ham Kül	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
¹⁰ NÖM	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9
¹¹ Toplam Enerji (GE) (MJ/kg)	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1
¹² P:E	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2

¹ Balık unu ve balık yağı: Sibal A.Ş.² Mısır Gluten Unu ve dekstrin: Sunar Mısır Ent. Tes. San. ve Tic. A.Ş.³ Soya unu: As yem Tic. Ltd. Şti⁴ Ketten Tohumu Yağı ve Fındık Yağı: Soğuk sıkım şeklinde www.hepsiantep.com.⁵ Yer Fıstığı Yağı : Başpınar Fıstıkcılık Toprak Mah. Ve Nak. Tic. Ltd. Şti.⁶ CMC: Karboksi metil selüloz.⁷ DCP: Dikalsiyum fosfat⁸ Vitamin premiksleri: kg/yem 4 000 000 IU vit. A, 480 000 IU vit. D3, 40 000 mg vit. E, 2400 mg vitamni K3, 4 000 mg vitamin B1, 6 000 mg vitamin B2, 40 000 mg niasin, 10 000 mg kalsiyum D-pantotenat, 4 000 mg vitamin B6, 10 mg vitamin B12, 100 mg D-biotin, 1 200 mg folik asit, 40 000 mg vitamin C ve 60 000 mg inositol içermektedir.⁹ Mineral karışımı.; kg/yem 23 750 mg Mn, 75 000 mg Zn. 5 000 mg Zn, 2 000 mg Co, 2750 mg I, 100 mg Se, 200 000 mg Mg içermektedir.¹⁰ NÖM (Nitrojensiz Öz Madde): 100 - (Ham Protein + Ham yağ + Kül + Selüloz).¹¹ Gross Enerji (GE) (MJ/kg): 23.4 MJ/kg protein, 39.2 MJ/kg yağ ve 17.2 MJ/kg NÖM.¹² P:E = Protein / Enerji oranı

Çizelge 3.2. Deneme Yemleri Yağ Asidi Profili

Yağ Asitleri mg/g	EPA+DHA	EPA/DHA	n3/n6	Σn6	Σn3	ΣPUFA	ΣMUFA	ΣSFA
G1	193,7±1,72	0,46±0,08	2,8±0,85	79,5±1,27	223,5±1,96	303,0±2,85	213,5±2,35	308,5±2,52
G2	109,6±1,09	0,46±0,05	1,4±0,14	99,9±1,07	137,9±2,96	237,8±1,96	361,0±3,01	228,3±2,01
G3	112±1,24	0,45±0,04	0,9±0,05	154,7±2,14	143,1±1,93	297,7±2,54	273,8±2,45	245,4±2,65
G4	112,8±1,11	0,46±0,04	2,4±0,13	112,5±1,79	275,0±2,01	387,5±2,85	202,3±1,96	232,8±2,88
G5	53,5±0,96	0,41±0,07	1,3±0,09	127,5±1,86	165,7±1,89	293,3±2,34	360,1±2,59	167,2±2,08
G6	39,6±0,54	0,40±0,01	1,0±1,01	184,8±2,17	190,7±2,08	375,4±2,87	264,7±2,67	173,3±2,01

Denemede kullanılan yem ham maddeleri ticari firmalardan temin edilmiş olup, yemler Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dr. Nazmi TEKELİOĞLU Tatlı Su Balıkları Araştırma İstasyonu'nda pres-pelet makinesi kullanılarak pelet haline getirilmiştir.

3.2. Deneme Dizaynı ve Yöntemi

Deneme, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne ait deneme ünitesinde Kasım ayı sonundan şubat sonuna kadar olmak üzere kış mevsiminde gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan ve ortalama başlangıç ağırlıkları $33,8 \pm 0,50$ g çipura ve $23,2 \pm 0,50$ g levrek yavruları tartım esnasında zarar görmemeleri için anestezi madde (phenoxyethanol; Sigma, St. Louis, MO) ile bayıltılmıştır.

Balık bireyleri 1mm duyarlı ölçü tahtası ile total boy ölçümleri, 0,01 g duyarlı hassas terazi ile ağırlık ölçümleri yapıldıktan sonra silindirik konik 450 L hacimli fiberglas tanklara 30 adet ve 3 tekerrürlü olacak şekilde stoklanmıştır.

Denemede levrek bireyleri için 18 adet (6 grup * 3 tekerrür), çipura bireyleri için ise 18 adet (6 grup * 3 tekerrür), olmak üzere toplamda 36 adet fiberglas tank kullanılmıştır (Şekil 3.3.).

Denemede test edilecek gruplar aşağıda belirtildiği şekilde düzenlenmiştir.

1. Grup: Kontrol Grubu, %100 balık yağı
2. Grup: %50 fındık yağı + %50 balık yağı
3. Grup: %50 yer fıstığı yağı + %50 balık yağı
4. Grup: %50 keten tohumu yağı + %50 balık yağı
5. Grup: %50 fındık yağı + %50 keten tohumu yağı
6. Grup: %50 yer fıstığı yağı + %50 keten tohumu yağı

Balık bireyleri, denemenin ilk aşamasında bitkisel yağlar ile hazırlanmış yemle 60 gün, ikinci geri besleme aşamasında ise tüm gruplara balık yağı ile hazırlanmış kontrol yemi 30 gün ve en son aşamada ise sindirilebilirlik için hazırlanmış yemlerle 30 gün olmak üzere toplam 120 gün süre ile beslenmişlerdir

Balıkların beslenmesinde sabah (7:00), öğlen (11:00) ve akşam (16:00) olmak üzere günde 3 kez serbest yemleme uygulanmış olup, bireylerin yeme olan istekleri azaldığında yemleme durdurulmuştur. Deneme yemleri her bir grup için düzenlenen kaplara önceden tartılarak konulmuştur. Günlük yemleme işlemi sonunda kaplarda kalan yem tartılarak, her tanka ait günlük yem tüketim miktarları belirlenmiştir. Tüketilmeyen yemler ve atıklardan dolayı kirlenen tanklar günlük olarak sifonlanmıştır.

Tanklara gelen su sırasıyla kum ve üç farklı (50, 20 ve 5 µm) kartuş filtrelerden geçirildikten sonra her tanka ayrı ayrı gelecek şekilde sağlanmıştır. Tanklardaki su, oksijen taşları ile sürekli havalandırılmıştır. Deneme alanı doğal fotoperyoda uygun olacak şekilde (ortalama A11:K13) ayarlanmıştır. Uygulanan fotoperyot denemenin yürütüldüğü alanın koordinatlarına (36°46' K Enlemi:36°46' D Boylamı) göre belirlenmiştir. Deneme süresince günlük olarak sabah, öğlen ve akşam için sıcaklık ve oksijen ölçümleri OxyGuard® marka oksijen-metre kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3.3. Denemede Kullanılan Tanklar

3.3. Deneme Parametrelerinin Ölçümü

Başlangıç (BA) ağırlığı deneme boyunca alınan ağırlık ölçümleri ve son ağırlık (SA) ölçümleri bireysel olarak 0,1 g hassas terazi ile alınmıştır. Denemede, gelişme performansı ve yem verilerinin değerlendirilmesi için aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır.

3.3.1. Büyüme Parametrelerinin Hesaplanması

BA: Başlangıç Ağırlığı (g)

FA: Final Ağırlığı (g)

Canlı Ağırlık Kazancı % = (Final Ağırlığı- Başlangıç Ağırlığı)/(Başlangıç Ağırlığı) × 100, (Turchini ve ark., 2011).

Ortalama Günlük Büyüme (%/gün) = ((Ağırlık Kazancı %)/ gün sayısı), (Turchini ve ark., 2011).

Spesifik Büyüme Spesifik Büyüme Oranı (SBO) = (ln Son ağırlık- ln Başlangıç ağırlığı) / gün sayısı × 100, (Company ve ark., 1999).

Termal Büyüme Katsayısı (TBK) = (((Son ağırlık^{1/3} - Başlangıç

ağırlığı^{1/3}/ ortalama sıcaklık*süre)*1000), (Turchini ve ark., 2011).

Kondisyon Faktörü (KF) = $100 * (\text{Balık ağırlığı(g)}) / (\text{Balık Boyu(cm)})^3$,
(Turchini ve ark., 2011).

Oransal Büyüme Oranı (OBO,%) = $(\text{Son ağırlık} - \text{Başlangıç ağırlığı}) / \text{Başlangıç Ağırlığı} \times 100$ (Saether ve Jobling 1999).

Spesifik Büyüme Oranı (SBO, % gün⁻¹) = $[(\ln \text{Son Ağırlık} - \ln \text{Başlangıç Ağırlığı}) / \text{Gün Sayısı}] \times 100$ (Company ve ark, 1999).

3.3.2. Yem Değerlendirme Parametrelerinin Hesaplanması

Yem çevirim oranı (YÇO) = $\text{Tüketilen yem miktarı (g)} / \text{Canlı ağırlık kazancı (g)}$ (Santinha ve ark, 1999).

Lipit Etkinlik Oranı (LEO) = $\text{Canlı ağırlık kazancı (g)} / \text{yağ alımı (g)}$,
(Turchini ve ark., 2011).

Protein Etkinlik Oranı (PEO) = $\text{Canlı ağırlık kazancı (g)} / \text{protein alımı (g)}$, (Skalli ve ark., 2004).

Net protein Kullanımı (NPK) = $[(\text{Kazanılan vücut proteini (g)}) / \text{Yemle alınan protein (g)}] \times 100$ (Turchini ve ark., 2011).

Net Lipit Kullanımı (NLK) = $[(\text{Kazanılan vücut yağı (g)}) / \text{Yemle alınan yağ (g)}] \times 100$ (Turchini ve ark., 2011).

Ekonomik Çevirim Oranı (kg-1) (EÇO) = $\text{Tüketilen yem miktarı (kg)} * \text{yem fiyatı (kg)} / \text{canlı ağırlık kazancı (kg)}$ (Lozano ve ark., 2007)

Ekonomik Karlılık İndeksi (EKİ) = $\text{Son ağırlık (kg)} * \text{balık fiyatı (kg,)} - \text{EÇO} * \text{ağırlık kazancı (kg)}$ (Lozano ve ark., 2007).

Hepatosomatik İndeksin Hesaplanması

Hepatosomatik İndeksin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

Hepatosomatik İndeks (HSİ) = $100 \times [\text{Karaciğer ağırlığı (g)} / \text{Canlı ağırlık(g)}]$ (Grisdale-Helland ve ark., 2011).

Viserosomatik İndeksin Hesaplanması

Viserosomatik indekxin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

Viserosomatik İndeks (VSi) = $100 \times [\text{İç organların ağırlığı (g)} / \text{Canlı ağırlık(g)}]$ (Grisdale-Helland ve ark., 2011).

3.4. Balıklarda Tüm Vücut Kompozisyonlarının Belirlenmesi

3.4.1. Kuru Madde ve Ham Kül Analizi

Her gruptan 3 tekerrürlü olarak alınan tüm vücut balık örnekleri parçalayıcıda homojenize edildikten sonra, kuru madde ve ham kül tayini için aynı yöntemle analiz edilmiştir. Kuru madde analizinde, örneklerin konulacağı porselen kaplar (kroze) numaralandırıldıktan sonra kurutma dolabında (etüv) 110 °C’de 1 saat kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra oda sıcaklığındaki desikatörde soğutulan kapların 0,1 g’a duyarlı terazide darası alınmıştır. Darası alınan her bir kaba 1 g örnek tartılarak konulmuş, kap içerisindeki örnekler kurutma dolabında 110°C’de içerisindeki nem uzaklaştırılncaya kadar yaklaşık 3-5 saat kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra desikatöre alınan örnekler soğutulduktan sonra 0,1 g’a duyarlı terazide tartılmıştır ve kuru madde analizi sonunda örnekler aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kuru madde} = \frac{[(\text{Dara (g)} + \text{Kuru madde (g)}) - \text{Dara}] * 100}{\text{Örnek miktarı (g)}}$$

Ham kül tayini analizi içinde aynı örnekler kullanılmıştır. Örnekler 550°C’deki yakma fırınına yerleştirilerek beyaz renkte kül oluşuncaya kadar yaklaşık 5-6 saat süreyle yakılmıştır. Yakma işleminden sonra desikatörle oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve hassas terazide tartılmıştır. Analiz sonucunda ham kül analiz sonuçları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ham kül} = \frac{[(\text{Dara (g)} + \text{Kuru madde (g)}) - \text{Dara}] * 100}{\text{Örnek miktarı (g)}}$$

Hesaplamalar sonunda tekerrürlerin ortalamaları alınarak her bir grup için % kuru madde ve % ham kül oranları hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

3.4.2. Protein Analizi

Homojenize edilip hazırlanmış ve 0.5 g kadar tartılmış olan örnekler kuru Kjehdahl tüpüne yerleştirilmiştir. Ayrıca 2 adet kör tüpü eklenmiştir. Her tüpe 1'er adet katalizör tablet (1,5 g K₂SO₄ + 7,5 mg/s Selenyum karışımı) eklenmiş, 6 mL sülfürik asit (H₂SO₄) ve 1 mL hidrojen peroksit (H₂O₂) damlatılmıştır. Daha sonra Kjehdahl tüpleri yakma ünitesinde 420°C'de yaklaşık 1 saat süreyle, tüpler içerisindeki örnekler yeşil-sarı bir renk alıncaya kadar yakılmıştır. Yakılan örneklerde destilasyon işlemi için önceden hazırlanmış %60'lık NaOH solüsyonu ve %4'lük borik asit kullanılmıştır. Destilat yakalama kısmına ise 3-4 damla indikatör (metil kırmızısı) bulunan erlen yerleştirilmiştir. Destilasyon işlemi esnasında cam erlenlerde yaklaşık 150 ml sıvı birikinceye kadar destilasyon işlemine devam edilmiştir. Örnekler daha sonra 0.1 N HCl ile titre edilerek %HP oranı hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

$$\%HP = \frac{0.1 \cdot 14 \cdot 6.25 \cdot 100 \cdot (\text{Örnek için harcanan HCl} - \text{Kontrol için harcanan HCl})}{\text{Örnek miktarı (g)}}$$

0,1 = 0,1 N HCl'i

14 = Nitrojen atomunun ağırlığını

6,25 = Protein için kullanılan katsayıyı belirtmektedir.

3.4.3. Ham Yağ Analizi

Ham yağ analizinde Bligh ve Dyer (1959) metodu kullanılmıştır. Analiz için hassas terazide 3'er g tartılan örnekler üzerine 1:2 oranlarında 80 ml metanol+kloroform karışımı eklenerek, Ultra-toraks'ta homojenize oluncaya kadar parçalanmıştır. Parçalanmış örnekler üzerinde filtre kâğıdı olan erlenlere 20 ml

%0,4'lük CaCl_2 ilave edilerek süzölmüştür. Ağız kısmı parafilm ile kaplı olan erlenler 1 gün karanlık ortamda bekletilmiştir. Karanlık ortamda bekletilen bu örnekler daha önceden temizlenip numaralandırılmış ve darası alınmış olan balon jojelere armudi tüp yardımıyla teker teker süzdürölmüştür. Örneklerin süzdüröldüğü balon jojeler 60°C 'de su banyosu yardımıyla evaporatör cihazına yerleştirilip, kloroformun uçurulması sağlanmıştır. Örneklerdeki kloroform uçurulduktan sonra 60°C 'de 1 saat kurutma dolabına koyularak kloroform tamamen uçurulmuştur. Kurutma işleminden sonra balon jojeler soğutulmak amacıyla desikatöre konulmuştur. Soğutulan balon jojeler hassas terazide tartılarak ham lipit (%) oranları saptanmıştır.

$$\text{Ham Lipit\%} = \frac{[(\text{Balon darası (g)} + \text{Lipit (g)}) - \text{Balon darası (g)}] * 100}{\text{Örnek miktarı (g)}}$$

3.4.4. Yağ Asidi Analizi

Araştırma materyallerinin yağ ekstaksiyonu Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakölteesi laboratuvarlarında yapılmıştır. Alınan örneklerden toplam yağ elde etmek için 1 gr ağırlığındaki numuneler 50 ml'lik tüplere aktarılmış ve üzerlerine %0.01 (w/v) BHT (butylated hidroksi tolien) içeren kloroform/methanol (2:1, v/v) karışımından 20 ml ilave edilmiştir. Örnekler daha sonra 1 dakika ultratraks ile parçalanmış ve parçalama işleminden hemen sonra vakum altında Whatman No:1 filtre kâğıdı kullanılarak süzölmüştür. Süzme işleminden sonra numuneler temiz ve kuru tüplere aktarılarak her bir çözeltinin (numunenin) %2'si kadar $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (20 ml çözelti için 4 ml olacak şekilde) ilave edilmiştir. Ardından, tüplere nitrojen doldurulup ve kapakları gazı kaçırmayacak şekilde kapatıldıktan sonra 1 dakika vortekslenerek oda sıcaklığında bir gün süreyle faz oluşumu için depolanmıştır. Toplam iki aşamadan oluşan yağ ekstraksiyon işleminin birinci aşaması yukarıda belirtilen şekilde tamamlandıktan sonra pastör pipetiyle tüplerde oluşan alt faz alınarak temiz ve kuru tüplere aktarılmıştır.

Aktarma işleminin ardından örnekler azot evaporatör sistem içerisine yerleştirilerek ısıtma ve nitrojen gazına tabi tutulmuştur. Bir süre evapore edildikten sonra tüplerin daraları alınmış küçük tüplere aktarılarak mini evaporatörde, evaporasyon işlemine devam edilerek belli aralıklarla tartımlar yapılmıştır. Tartımlar, ağırlıklar sabitleninceye kadar devam edilmiştir. Ağırlıkları sabitlenen örnekler üzerine kloroform ilave edilerek stoklanmıştır (Folch ve ark. 1957).

Örneklerden saf olarak elde edilen yağlardan 50 mg tartılarak temiz tüplere aktarılmış ve üzerlerine 1.5 ml 2 M NaOH çözeltisi ilave edilmiştir. Sonra tüplere nitrojen gazı doldurularak 1 saat süreyle 80 °C sıcaklığa tabi tutulmuş, böylece sabunlaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemi takiben soğumaya bırakılan örnekler üzerine 2 ml BF₃ (%25'lik Brontrifluoridemethanol) ilave edilerek tüplere tekrar nitrojen doldurulmuş ve 80 °C'de yarım saat bekletilmişlerdir. Sürenin bitmesinden sonra örnekler tekrar soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan bu örneklerin üzerine 1 ml hekzan ilave edilip vortekslenildikten sonra 1 ml ultra saf su ilave edilerek tekrar vortekslenmiştir. Daha sonra tüp içerisindeki hekzan tabakası alınarak sodyum sülfat içeren yeni tüplere aktarılmış ve 1 ml hekzan daha ilave edilerek tekrar vortekslenmiştir. Tüm örnekler 6000 rpm'de 10 dakika santrifüjlendikten sonra üstte kalan hekzan tabakası 2 ml'lik GC viyal tüplerine aktarılmış ve viyalere nitrojen gazı doldurulmuştur (Metcalf ve Schmitz 1961). Bütün bu işlemler tamamlandıktan sonra viyaller gaz kromatografisi (GC Agilent 6890N model)'ye yağ asidi analizleri için yerleştirilmiştir. Örneklerden elde edilen yağ yapı taşlarını oluşturan yağ asitlerine ayırtırmak için yağ asidi metil esterlerine ayrılarak (FAME) HP (Hewlet Packard) GC ile analiz edilmiştir. Her bir yağ asidi retention time (RT, tekrarlama zamanı)'ları yağ asitleri karışım standartlarının (Supelco 37 component FAME mix, Cat No: 47885-U) RT'leri ile mukayese edilmiş ve internal standart olarak C19:0 kullanılarak yağ asitlerinin miktarları belirlenmiştir.

3.4.5. Sindirilebilirlik Analizi

Sindirilebilirlik analizine yemlere %1 kromik oksit (Cr_2O_3) konulmuş ve 30 gün hazırlanan yemler ile balıklar beslenmiştir. Sindirilebilirlik sisteminde bulunan tabanı konik 250 litrelik sindirilebilirlik tanklarının her birine 15 adet balık her bir grup için 3'er tekerrürlü olacak şekilde stoklanmıştır. Sindirilebilirlik ünitesi Guelp sistemi modifiye edilerek Tibbests ve ark (2006)'na göre dizayn edilmiştir. Deneme tanklarına alınan bireyler ilk olarak kromik oksitli yemlere 10 gün süreyle alıştırmıştır. Dışkılar düzgün formda çıktıktan sonra dışkı toplama işlemi başlamıştır. Dışkı toplama süresince balıklar günde sadece 1 öğün (18:00) vücut ağırlıklarının % 2'si oranında beslenmiştir. Beslemeden 1 saat sonra (19:00) tank iç yüzeyleri ve dışkı toplama aparatındaki dışkı ve tüketilmeyen yemler bir sünger yardımıyla temizlenmiştir. Temizleme işleminin ardından dışkı toplama aparatı oluşabilecek bakteriyel gelişmenin en aza indirgenmesi amacıyla buzlu torbalarla sarılmış ve torbalar 3 saatte bir değiştirilmiştir. Dışkılarının toplanması gece saat 24:00 ve sabah 06:00 da yapılmıştır. Bu işlem esnasında, dışkı toplama aparatının üstündeki vana kapatılmış ve dışkılarının parçalanmamasına özen gösterilerek, dışkılar kapaklı plastik kutuların içerisine alınmıştır. Toplanan örnekler $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'lik derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

Sindirilebilirlik analizinde yapılırken Kimura ve Miller (1957) metodu esas alınmıştır. Bu metoda göre, 0,0005 ile 0,004 g arasında 16 farklı ağırlıklardaki kromik oksit 0,0001 g'lık hassas terazi ile tartılmıştır. Bu örnekler filtre kâğıdına sarılarak 250 ml Kjeldahl tüplerinin içerisine koyulmuştur. Ek olarak, 2 adet boş (örnek veya filtre kâğıdı olmayan) ve 2 adetde kontrol (sadece filtre kâğıdı olan) örnekler oluşturulmuştur. Kromik oksitli yem için 0,3 g dışkı için ise 0,0030-0,0050 g arasında liyofilize edilmiş örnek alınmıştır. Bu örneklerin üzerine 3 ml konsantre nitrik asit (HNO_3 , Sigma, CAS 7697-37-2) eklenerek örneklerin tamamen ıslanması için tüpler çalkalanmıştır. Daha sonra Kjeldahl tüpleri ilk olarak $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 30 dakika sonra daha sonra $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 1 saat süreyle yakılmıştır. Bu aşamada aşırı buharlaşmanın engellenmesi amacıyla tüplerin ağızlarına 50 ml

balon jojeler yerleştirilmiştir. 2 saat sonra yakma ünitesinden çıkarılan tüpler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Tüpler iyice soğuduktan sonra üzerine 1.5 ml %70'lik perklorik asit (HClO_4 , Sigma, CAS 7601-90-3) ilave edilerek 220 °C'de 15 dakika yakılmıştır. Bu sürede tüplerin ağzı açık bırakılmıştır. Tüpler tekrar soğumaya bırakılarak sıvı miktarı 1ml den az olanlara 0.5 ml %70'lik perklorik asit ilave edilerek 220 °C'de tüplerin ağzı kapalı şekilde yakılmaya devam edilmiştir. Bu aşamada örneklerin renk dönüşümünün oluşumu kontrol edilmiş ve bu renk oluşumu gerçekleşince tüpler soğumaya bırakılmıştır. Bu aşamadan sonra örnekler 50 ml balon jöjelere aktarılmıştır. Aktarılan örnekler 50 ml'den az ise örnekler distile su eklenerek 50 ml'ye tamamlanmıştır. Örnekler daha sonra 346,5nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur.

3.5. İstatistiksel Hesaplamalar

Deneme sonunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde IBM SPSS Statistics 20 istatistik paket programı kullanılmıştır. Analizde tek yönlü varyans (One-way ANOVA) analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki fark 0.05 önem düzeyinde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar Ortalama $\pm$ Standart Sapma (Ort. $\pm$ S.S.) şeklinde verilmiştir.



4. BULGULAR**4.1. Çipura (*Sparus aurata*) Denemesi****4.1.1. Deneme Tanklarındaki Su Parametreleri**

Deneme süresince tanklardaki su sıcaklıkları en düşük 14,5 °C ile en yüksek 16,5 °C arasında değişmiş ve çalışma boyunca kaydedilen sıcaklık değerleri ortalama $15,6 \pm 0,50$ °C olarak belirlenmiştir. Deneme süresince ölçülen en yüksek ve en düşük O₂ değerleri 6,8 mg/L ve 5,30 mg/L olmuştur. Tuzluluk değeri ise ortalama ‰39 – 40 seviyelerinde seyretmiştir.

4.1.2. 0-60 Gün Aralığında Çipura İçin Büyüme Parametreleri

Deneme sonunda elde edilen büyüme parametreleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çipura 0-60 Gün Aralığında Grupların Büyüme Parametreleri

Gruplar	BA ^a	FA ^b	CAK ^c	OGB ^d	SBO ^e	TBK ^f	KF ^g
G1	33,8±0,12	97,4±0,29 ^{ab}	188,1±1,17 ^{ab}	3,14±0,09 ^b	1,76±0,01 ^b	1,10±0,01 ^b	1,71±0,04 ^a
G2	33,8±0,13	96,8±0,70 ^b	186,4±2,10 ^b	3,11±0,07 ^c	1,75±0,01 ^b	1,09±0,01 ^b	1,70±0,03 ^a
G3	33,8±0,05	96,3±1,43 ^b	184,9±2,25 ^b	3,08±0,05 ^c	1,73±0,03 ^c	1,08±0,01 ^b	1,69±0,05 ^{ab}
G4	33,8±0,06	94,9±1,11 ^c	180,9±1,98 ^c	3,02±0,08 ^d	1,72±0,02 ^c	1,06±0,02 ^c	1,67±0,02 ^b
G5	33,8±0,10	94,9±0,89 ^c	180,7±2,32 ^c	3,01±0,10 ^d	1,72±0,01 ^c	1,06±0,02 ^c	1,70±0,05 ^a
G6	33,8±0,08	100,2±0,96 ^a	196,4±2,09 ^a	3,27±0,09 ^a	1,81±0,04 ^a	1,13±0,02 ^a	1,71±0,05 ^a

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

^{***} **Başlangıç Kondisyon Faktörü (1,35±0,04)**

^a BA: Başlangıç Ağırlığı (g)

^b FA: Final Ağırlığı (g)

^c Canlı Ağırlık Kazancı % = (Final Ağırlığı - Başlangıç Ağırlığı) / (Başlangıç Ağırlığı) × 100, (Turchini ve ark., 2011).

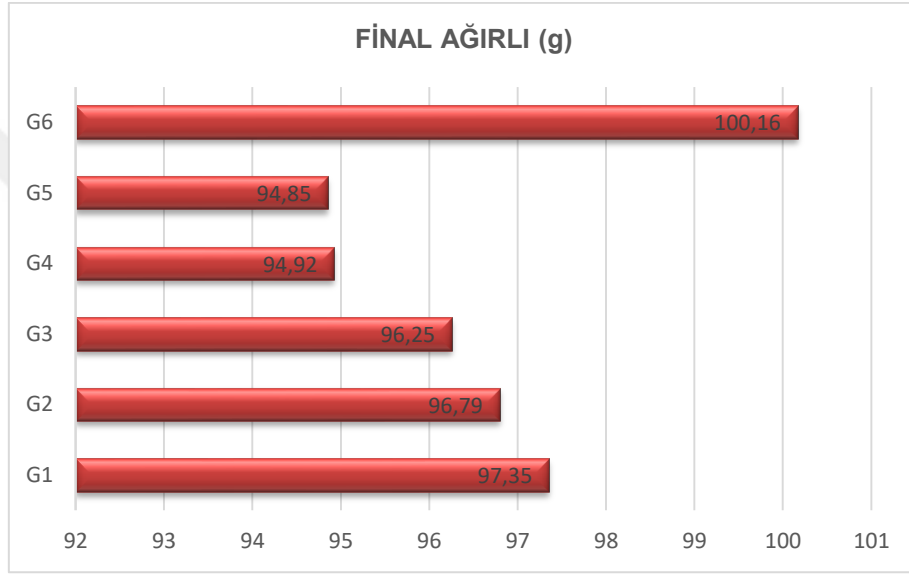
^d Ortalama Günlük Büyüme (%/gün) = ((Ağırlık Kazancı %)/ gün sayısı), (Turchini ve ark., 2011).

^e Spesifik Büyüme Oranı (SBO) = (ln Son ağırlık - ln Başlangıç ağırlığı) / gün sayısı × 100, (Company ve ark., 1999),

^f Termal Büyüme Katsayısı (TBK) = (((Son ağırlık^{1/3} - Başlangıç ağırlığı^{1/3}) / ortalama sıcaklık^{1/3}) × 1000), (Turchini ve ark., 2011).

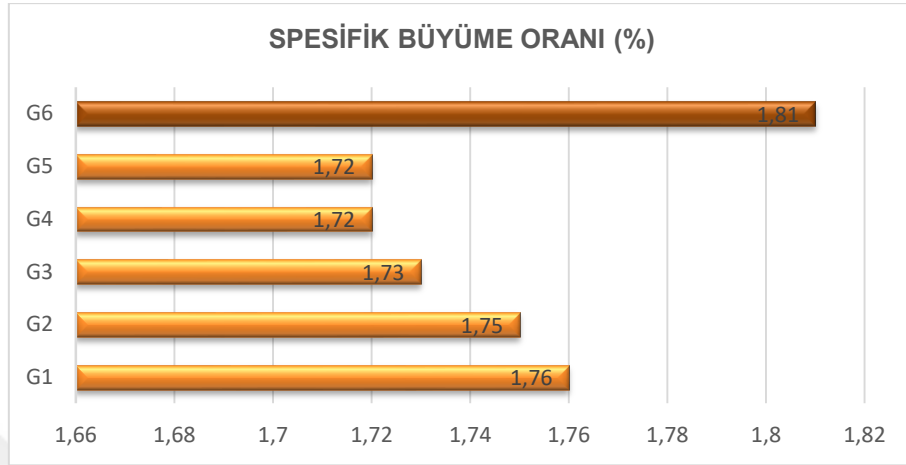
^g Kondisyon Faktörü (KF) = 100 × (Balık ağırlığı(g)) / (Balık Boyu(cm))³, (Turchini ve ark., 2011).

Araştırmanın 0-60 gün sonunda yapılan hesaplamalarda, final ağırlığı (FA (g)) değerlerinde gruplar arasında istatistiksel açıdan fark bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek FA, G6 ($100,2\pm0,96$)’da bulunurken, bu grubu sırasıyla G1 ($97,4\pm0,29$), G2 ($96,8\pm0,70$), G3 ($96,3\pm1,43$), G4 ($94,9\pm1,11$) ve G5 ($94,9\pm0,89$) gruplarının izlediği görülmüştür (Şekil 4.1.).



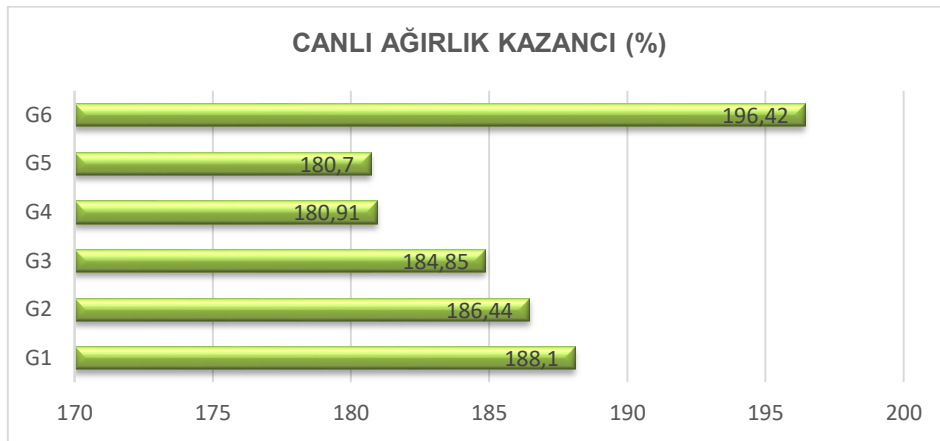
Şekil 4.1. Deneme Sonu Çipura İçin Final Ağırlığı (0-60 gün)

Spesifik büyüme oranı (SBO %/gün) gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$). En yüksek SBO G6 ($1,81\pm0,04$)’da elde edilmiştir. Bu grubu G1 ($1,76\pm0,01$) ile G2 ($1,75\pm0,01$) ve ardından sırayla G3, G4 ve G5 izlediği görülmüştür (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Deneme Sonu Çipura İçin Spesifik Büyüme Oranı (%/gün) (0-60 gün)

Canlı ağırlık kazancının % ifadesiyle elde edilen değerler, gruplar arasında farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$). Diğer büyüme parametrelerinde olduğu gibi en iyi canlı ağırlık kazancının G6 ($196,4\pm 2,09$) grubunda olduğu diğer deneme gruplarının bu grubu izlediği gözlenmiştir (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Deneme Sonu Çipura İçin Canlı Ağırlık Kazancı (%) (0-60 gün)

Gruplar arasındaki ortalama günlük büyüme (OGB %/gün) oranında istatistiksel açıdan fark bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek OGB $3,3\pm0,09$ ile G6 ve en düşük değer ise $3,0\pm0,01$ ile G4 ve G5'te gerçekleşmiştir.

Termal büyüme katsayısı (TBK %/gün) değeri gruplar arasında farklılık göstermiştir ($p<0,05$). TBK değerleri diğer büyüme parametrelerine paralel olarak gerçekleşmiş ve en yüksek TBK G6 ($1,13\pm0,02$)'da bulunurken, en düşük değer ($1,06\pm0,092$) ile G5 ve G4 gruplarında elde edilmiştir.

Boy kilo indeksi olarak ifade edilen, kondisyon faktör (KF) değeri gruplar arasında farklılık göstermiştir ($p<0,05$). KF değeri G1, G2, G5 ve G6 gruplarında en yüksek değerlerde gözlenmesine karşın en düşük değer G4 grubunda elde edilmiştir.

4.1.3. 0-60 Gün Aralığında Çipura İçin Yem Değerlendirme Parametreleri

Çalışma sonunda yapılan yem değerlendirme parametreleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Analizi yapılan, EKO ve EKİ değerleri için balık fiyatı (denemenin bittiği dönem) ortalama kg olarak 4,02 \$(dolar), yem fiyatları kg bazında ortalama, G1= 2,23\$, G2 =2,20\$, G3=2,19\$, G4=2,21\$, G5=2,19\$, G6=2,18\$ şeklinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Çipura 0-60 Gün Aralığında Grupların Yem Kullanımı Değerleri

Gruplar	YÇO ^a	PEO ^b	LEO ^c	NPK ^d	NLK ^e	EÇO ^f	EKİ ^g
G1	1,21±0,05 ^b	1,85±0,01 ^a	4,31±0,08 ^a	30,7±0,47 ^b	58,6±0,45 ^c	19,3±0,09 ^b	1,40±0,01 ^a
G2	1,22±0,15 ^b	1,83±0,05 ^b	4,26±0,04 ^{ab}	30,4±0,69 ^b	60,9±0,58 ^b	19,5±0,43 ^b	1,38±0,01 ^{ab}
G3	1,23±0,18 ^{ab}	1,81±0,04 ^{bc}	4,21±0,05 ^b	29,7±0,96 ^c	63,3±0,89 ^a	19,8±0,68 ^b	1,36±0,05 ^b
G4	1,25±0,22 ^a	1,79±0,08 ^c	4,16±0,01 ^c	30,7±0,95 ^b	48,2±0,95 ^e	20,0±0,53 ^a	1,34±0,04 ^c
G5	1,23±0,24 ^{ab}	1,81±0,02 ^{bc}	4,21±0,12 ^b	31,6±0,85 ^a	54,8±0,96 ^d	19,8±0,82 ^b	1,35±0,04 ^{bc}
G6	1,21±0,25 ^b	1,85±0,01 ^a	4,31±0,08 ^a	29,8±0,79 ^c	51,2±0,83 ^{de}	19,4±0,34 ^b	1,42±0,03 ^a

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

^a YÇO: Yem Çevirim Oranı (YÇO) = Tüketilen yem miktarı (g) / canlı ağırlık kazancı (g) (Santinha ve ark., 1999).

^b PEO: Protein Etkinlik Oranı (PEO) = Canlı ağırlık kazancı (g) / protein alımı (g), (Skalli ve ark., 2004).

^c LEO: Lipit Etkinlik Oranı (LEO) = Canlı ağırlık kazancı (g) / yağ alımı (g), (Turchini ve ark., 2011).

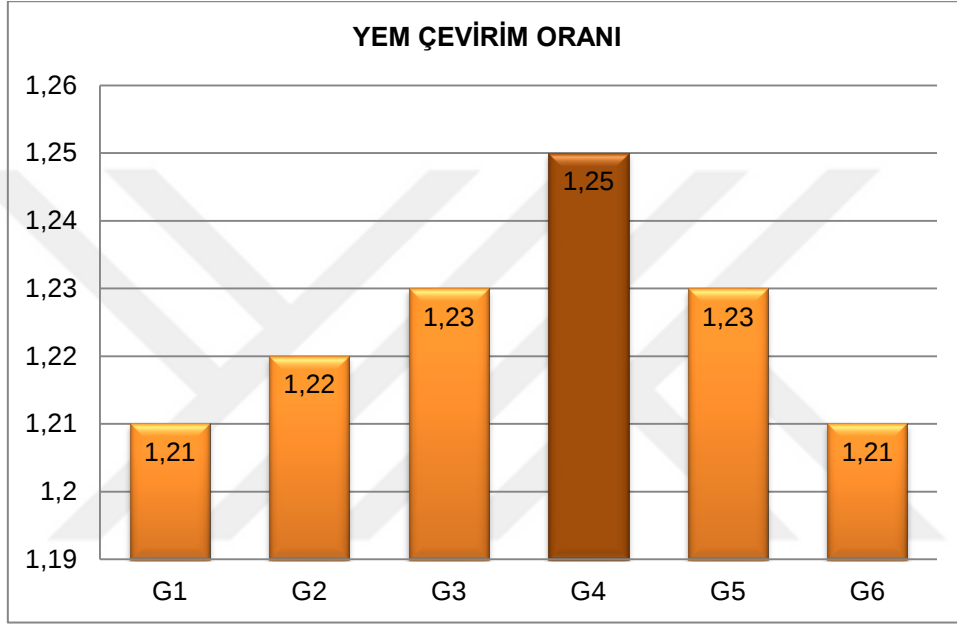
^d NPK: Net Protein Kullanımı (NPK) = [(Kazanılan vücut proteini (g)) / Yemle alınan protein (g)] × 100 (Turchini ve ark., 2011).

^e NLK: Net Lipit Kullanımı (NLK) = [(Kazanılan vücut yağı (g)) / Yemle alınan yağ (g)] × 100 (Turchini ve ark., 2011).

^f EÇO: Ekonomik Çevirim Oranı (EÇO) = Tüketilen yem miktarı (kg) * yem fiyatı (kg) / canlı ağırlık kazancı (kg) (Lozano ve ark., 2007).

^g EKİ: Ekonomik Karlılık İndeksi (EKİ) = Son ağırlık (kg) * balık fiyatı (kg) – EÇO * ağırlık kazancı (kg) (Lozano ve ark., 2007).

Yem çevrim oranı (YÇO) gruplar arasında istatistiksel olarak fark göstermiştir ($p<0,05$). Grupların YÇO değerlerinde en yüksek sonuç G4 ($1,25\pm0,22$)’te gözlenirken, diğer araştırma guruplarında ise 1,23 ile 1,21 değerleri arasında değişmiştir (Şekil 4.4.).



Şekil 4.4. Deneme Sonu Çipura İçin Yem Çevrim Oranı (0- 60 gün).

Çalışma sonucunda, elde edilen protein etkinlik oranı (PEO) değerleri, gruplar arasında farklılık göstermiştir ($p<0,05$). En yüksek değer $1,85\pm0,01$ değerlere sahip G1 ve G6 da gözlenirken en düşük değer $1,79\pm0,08$ ile G4 grubunda bulunmuştur.

Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre net protein kullanımı (NPK), değerlerinde ise yine istatistiksel fark saptanmış ($p<0,05$), en yüksek NPK $31,6\pm0,85$ ile G5 grubunda elde edilmiştir. G3 ($29,7\pm0,96$) ve G6 ($29,8\pm0,79$) grubu en düşük NPK değerine sahip olmuştur. Araştırmadaki diğer gruplarda ise istatistiksel olarak benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Lipit etkinlik oranlarında (LEO) en düşük değerin, $4,2\pm0,01$ ile G4 grubunda belirlendiği, en yüksek değerin ise $4,3\pm0,08$ ile G1 ve G6 gruplarında olduğu ve diğer araştırma guruplarının bu değerler arasında bulunduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre net lipit kullanımı (NLK) değerlerinde istatistiksel fark saptanmış ($p<0,05$), en yüksek NLK değeri $63,3\pm0,89$ ile G3 grubunda saptanmıştır. G4 grubuna ait NLK değeri $48,2\pm0,95$ ile en düşük seviyede olmuştur. Araştırmadaki diğer gruplar arasında istatistiksel olarak benzer sonuçlar bulunmuştur.

4.1.4. 0-60 Gün Aralığında Çipura Besinsel Kompozisyon Ve Somatik İndeksler

Deneme başlangıcında alınan balık örneklerinde yapılan analizler sonucu, nem miktarı $\%73,2\pm0,66$, ham kül $\%1,6\pm0,06$, protein $\%19,9\pm0,13$ ve lipit $\%5,9\pm0,32$ olarak bulunmuştur. Başlangıç KSİ ve VSİ değerleri ise sırasıyla $1,4\pm0,22$ ve $3,9\pm0,49$ şeklinde bulunmuş, ayrıca toplam yağ miktarı $0,9\pm0,39$ olarak tespit edilmiştir.

Deneme sonunda tüm vücut protein kompozisyonu gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$). Tüm vücuttaki besinsel kompozisyon Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Buna göre G4 ve G5 gruplarında ham protein oranı sırayla $18,1\pm0,79$ ve $18,3\pm0,80$ değerleriyle diğer gruplara göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer gruplarda protein oranı sırasıyla $17,7\pm0,14$ (G1), $17,8\pm0,81$ (G2), $17,6\pm0,45$ (G3) ve $17,4\pm0,30$ (G6) olarak saptanmıştır.

Araştırma sonucunda yapılan analizlerden elde edilen verilerde, lipit miktarları gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($p<0,05$). En yüksek lipit değerleri $11,8\pm0,14$ ile G3 ve $11,4\pm0,32$ ile G2 gruplarında elde edilmiştir. G4 grubuna ait lipit oranı $9,6\pm0,45$ ve G6 grubuna ait lipit oranı $9,9\pm0,37$ en düşük değerlere sahip olmuştur. Araştırmadaki diğer gruplarda ise istatistiksel olarak benzer sonuçlar saptanmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Çipura 0-60 Gün Aralığında Grupların Besinsel Kompozisyon (%) ve Somatik İndeks Değerleri (%)

Gruplar	Protein	Yağ	Nem	Kül	VSI ^a	KSI ^b	TY ^c
Başlangıç	19,9±0,13	5,9±0,32	73,2±0,66	1,60±0,06	3,85±0,49	1,40±0,22	0,89±0,39
G1	17,7±0,14 ^b	10,9±0,25 ^b	61,5±0,25 ^{bc}	2,03±0,04 ^a	3,06±0,32 ^{ab}	2,31±0,31 ^{ab}	1,07±0,35 ^c
G2	17,8±0,81 ^b	11,4±0,32 ^a	66,0±0,05 ^a	1,63±0,08 ^b	3,21±0,45 ^a	2,18±0,52 ^b	1,48±0,52 ^b
G3	17,6±0,45 ^b	11,8±0,14 ^a	60,3±0,15 ^c	1,48±0,12 ^b	2,77±0,55 ^c	2,13±0,38 ^b	1,15±0,38 ^c
G4	18,1±0,79 ^a	9,6±0,45 ^c	62,4±0,66 ^b	1,41±0,32 ^b	3,04±0,53 ^{ab}	1,91±0,54 ^c	1,70±0,51 ^{ab}
G5	18,3±0,80 ^a	10,5±0,48 ^b	62,8±0,25 ^b	1,47±0,21 ^b	3,12±0,25 ^a	2,35±0,46 ^{ab}	1,88±0,42 ^a
G6	17,4±0,30 ^b	9,9±0,37 ^c	66,3±0,19 ^a	1,61±0,09 ^b	2,92±0,37 ^b	2,42±0,39 ^a	1,85±0,48 ^a

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

^aViseral Somatik İndeks (%) (VSI) = (Tüm iç organ ağırlığı (g) / balık ağırlığı × 100(g)), (Company ve ark., 1999).

^bKaraciğer Somatik İndeks (%) (KSI) = (Karaciğer ağırlığı (g) / balık ağırlığı) × 100 (g)), (Company ve ark., 1999).

^cToplam Yağ (%) (TY) = (Periviseral yağ (%) + Peritoneal yağ (%)), (Fountoulaki ve ark., 2009).

Tüm vücut nem yüzdesi incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel açıdan fark oluşmuştur ($p<0,05$). En yüksek nem oranı $66,3\pm0,19$ ile G6 ve $66,0\pm0,05$ ile G2 gruplarında gözlemlenirken ve diğer grup bireyleri birbirlerine yakın olan değerler ile bu iki grubu takip etmekte olduğu ve en düşük nem oranının $60,3\pm0,15$ ile G3 grubunda olduğu gözlenmiştir. Ham kül analizlerinde de istatistiksel açıdan farklılık bulunurken ($p<0,05$), en yüksek kül içeriği G1’de $2,03\pm0,04$ gözlemlenmiş, diğer deneme grupları arasında istatistiki farkın olmadığı ve grupların ortalama ham kül içeriklerinin $1,63\pm0,08$ ile $1,41\pm0,32$ arasında değiştiği görülmüştür.

Deneme sonunda hesaplanan KSİ, VSİ ve TY değerleri çizelge 4.2’de verilmiştir. Karaciğer Somatik İndeks ve Viseral Somatik İndeks bakımından gruplar arasında istatistiksel açıdan fark bulunurken ($p<0,05$), verilere bakıldığında KSİ değerinin en yüksek $2,42\pm0,39$ ile G6 grubunda olduğu, en düşük KSİ değerinin $1,91\pm0,54$ ile G4 olduğu tespit edilmiştir. VSİ değerleri ise, en yüksek G2 ($3,21\pm0,45$) ve G5 ($3,12\pm0,25$) gruplarında görüldüğü, buna karşın en düşük değer ise G3 ($2,77\pm0,55$) grubunda saptanmıştır. TY değerlerinde de gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek $1,88\pm0,42$ ile G5 ve $1,85\pm0,48$ ile G6 gruplarında, en düşük TY değeri ise $1,07\pm0,35$ ile G1 ve $1,15\pm0,38$ ile G3 gruplarında görülmüştür.

4.1.5. 0-60 Gün Aralığında Çipura İçin Yağ Asidi Profili

Deneme sonunda alınan örnekler ile yapılan tüm vücut yağ asit analizleri sonucunda, elde edilen yağ asidi verilerinin bir kısmı Çizelge 4.4.’te ve detaylı mg/g değerleri Ek-2’de, yüzde olarak hazırlanan veriler Ek-3’te verilmiştir. Buna göre doymuş yağ asitleri (SFA), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) bakımında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Örneğin SFA değerlerine bakıldığında mg/g olarak en yüksek değerlerin G1 ($232\pm1,28$) ve G4 ($239,8\pm1,82$) gruplarında, buna karşın en düşük değerlerin G5 ($192,2\pm1,74$) ve G6 ($198,5\pm1,69$) gruplarda olduğu

görülmüştür. Yağ asitleri profilleri incelendiğinde, SFA'ların miktar olarak büyük bir bölümünü C16:0 grubu yağ asidinin oluşturduğu ve ardından C14:0 grubu yağ asidinin geldiği görülmüştür. Tekli doymamış yağ asitlerinin mg/g miktarları bakımından gruplar arasından farklılığın olduğu, en yüksek miktarların $363,5 \pm 2,01$ ile G5 grubu ve $361,7 \pm 1,74$ değeri ile G2 grubunda olduğu görülmüştür. MUFA içinde miktar olarak en fazla değere 18:1n-9 yağ asidinin oluşturduğu gözlenirken, en düşük değer 24:1n-9 yağ asidinde olduğu belirlenmiştir. PUFA profillerinde mg/g olarak gruplar arasında en yüksek değer $326,2 \pm 1,96$ ile G6 grubunda, buna karşın en düşük değer ise $231,6 \pm 1,5$ ile G2 grubunda bulunmuştur. Toplam PUFA içerisinde en yüksek miktarın, bitkisel yağlarda yüksek olarak bulunan 18:2n-6 yağ asidinde olduğu bulunmuştur. Yağ asidi analizleri sonucunda toplam n-3 serisi ($\Sigma n3$) gruplar arasında mg/g bakımında en yüksek değere $205,5 \pm 1,27$ ile G4 grubunda görülürken, en düşük değerlere $125,0 \pm 1,14$ ile G2 ve $120,6 \pm 1,17$ ile G3 gruplarında rastlanmıştır ($p < 0,05$).

Aynı profilde toplam n-6 serisi ($\Sigma n6$) gruplar arasında en yüksek mg/g değeri $166,2 \pm 1,07$ ile G6 grubunda olduğu belirlenmiştir. $\Sigma n3 / \Sigma n6$ oranlarında hem mg/g olarak gruplar arasında en yüksek değer $1,8 \pm 0,15$ değeri ile G1 ve G4 gruplarında olduğu, buna karşın diğer 4 grup arasında istatistiki farkın olmadığı görülmüştür. EPA/DHA oranı mg/g olarak bakıldığında, gruplar arasında farklılığın olmadığı görülmüştür. EPA+DHA değerleri mg/g olarak gruplar arasında istatistiki bir farkın olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). En yüksek EPA+DHA değeri $119 \pm 1,26$ ile G1 grubunda gözlemlenirken bu grubu $100,9 \pm 1,08$ değere sahip olan G4 grubu izlenmiştir. En düşük EPA+DHA değerine ise $51,9 \pm 1,34$ ile G5 ve $50,8 \pm 1,04$ ile G6 gruplarında bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Çipura 0-60 Gün Aralığında Grupların Fileto Yağ Asitleri (mg/g)

Yağ asitleri	EPA+DHA	EPA/ DHA	n3/n6	Σn6	Σn3	ΣPUFA	ΣMUFA	ΣSFA
Başlangıç	78,1±1,05	0,26±0,08	0,7±0,05	167,1±1,38	110,4±1,06	277,5±1,72	244,6±1,01	220,1±1,16
G1	119±1,26 ^a	0,31±0,09	1,8±0,11 ^a	87,3±0,75 ^f	153,4±0,96 ^c	240,7±2,01 ^e	259,1±1,28 ^e	232,0±1,28 ^a
G2	94±1,02 ^c	0,29±0,05	1,2±0,18 ^b	106,6±1,14 ^e	125,0±1,14 ^d	231,6±1,58 ^f	361,7±1,74 ^a	212,2±1,58 ^b
G3	90,8±1,24 ^c	0,29±0,05	0,9±0,05 ^b	130,5±1,34 ^c	120,6±1,17 ^d	251,1±1,75 ^d	292,3±1,52 ^c	211,0±1,63 ^b
G4	100,9±1,08 ^b	0,30±0,07	1,8±0,08 ^a	116,1±1,43 ^d	205,5±1,27 ^a	321,6±1,68 ^b	269,8±1,49 ^d	239,8±1,82 ^a
G5	51,9±1,34 ^d	0,29±0,06	1,1±0,17 ^b	135,0±0,96 ^b	151,8±0,93 ^c	286,8±1,74 ^c	363,5±2,01 ^a	192,2±1,74 ^c
G6	50,8±1,04 ^d	0,28±0,05	1,0±0,05 ^b	166,2±1,07 ^a	160,0±1,09 ^b	326,2±1,96 ^a	318,2±1,89 ^b	198,5±1,69 ^c
Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).								

4.1.6. 0-60 Gün Aralığında Çipura İçin Sindirilebilirlik

Denemenin 0-60 gün sonunda yapılan 30 günlük sindirilebilirlik çalışması sonucunda veriler üzerinde yapılan analizlerde gruplar arasında istatistiksel farklılıkların ($p<0,05$), olduğu Çizelge 4.5.'te görülmüştür.

Çizelge 4.5. Deneme Sonu Çipura İçin Sindirilebilirlik

Gruplar	Kurumadde	Protein	Lipit	Kül
G1	62,8±2,01 ^c	95,2±0,05 ^a	88,3±2,03 ^a	68,2±0,07 ^c
G2	83,8±4,34 ^a	95,5±0,06 ^a	85,8±0,64 ^b	87,4±0,11 ^a
G3	54,0±1,64 ^d	93,5±0,73 ^b	82,4±1,21 ^c	74,1±0,32 ^b
G4	63,4±3,93 ^c	94,7±0,19 ^{ab}	78,2±1,51 ^d	62,5±0,69 ^d
G5	72,4±3,41 ^b	95,3±0,06 ^a	88,7±0,49 ^a	69,2±0,64 ^c
G6	56,7±4,74 ^d	94,9±0,10 ^{ab}	84,7±1,65 ^b	58,5±0,64 ^e

Her değer bir ortalama $\pm$ standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Deneme sonunda yapılan analizler sonucunda, kuru madde sindiriminin en yüksek olduğu %83,8±4,34 ile G2 grubunda bulunurken en düşük değere %56,7±4,74 ile G6 grubunda olduğu bulunmuştur.

Gruplar arasındaki protein sindirilebilirliği %93,5 ile %95,5 arasında değişkenlik göstermiştir ve en yüksek protein sindirimin G1, G2 ve G5 gruplarında, en düşük protein sindirimin ise G3 grubunda olduğu bulunmuştur ($p<0,05$).

Lipit sindirilebilirliği gruplar arasında istatistiksel farklılıkların olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Lipit sindirilebilirliğinin en yüksek değeri $88,3\pm2,03$ ile G1 ve $88,7\pm0,49$ ile G5 gruplarda olduğu, buna karşın en düşük değerin $78,2\pm1,51$ ile G4 grubunda olduğu görülmüştür.

Gruplar arasında kül sindirilebilirliğinde istatistiksel farklılıkların olduğu, değerlerin en yüksek değere sahip G2 ($87,4$) ile en düşük değere sahip G6 ($58,5$) arasında olduğu ($p<0,05$) bulunmuştur.

4.1.7. 60-90 Gün Aralığında Çipura İçin Büyüme Parametreleri

0-60 gün sonunda bütün deneme gruplarına %100 balık yağı bulunan yemleme sonunda 90. gün sonunda büyüme parametreleri olarak, Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Çipura 60-90 Gün Aralığında Grupların Büyüme Parametreleri

Gruplar	BA ^a	FA ^b	CAK ^c	OGB ^d	SBO ^e	TBK ^f	KF ^g
G1	97,4±0,29	112,2±1,93 ^b	15,2±0,65 ^{bc}	0,51±0,06 ^b	0,24±0,04 ^b	0,18±0,02 ^{ab}	1,89±0,05 ^a
G2	96,8±0,70	109,9±1,03 ^c	13,7±0,68 ^c	0,46±0,08 ^c	0,21±0,04 ^b	0,16±0,03 ^b	1,67±0,06 ^b
G3	96,3±1,43	114,9±0,96 ^b	19,4±0,58 ^a	0,65±0,09 ^a	0,30±0,03 ^a	0,22±0,03 ^a	1,65±0,04 ^b
G4	94,9±1,11	113,5±1,01 ^b	19,5±0,72 ^a	0,65±0,09 ^a	0,30±0,01 ^a	0,22±0,04 ^a	1,64±0,05 ^b
G5	94,9±0,89	110,7±0,98 ^c	16,7±0,65 ^{bc}	0,56±0,07 ^{ab}	0,26±0,03 ^b	0,19±0,01 ^{ab}	1,71±0,03 ^{ab}
G6	100,2±0,96	117,2±0,92 ^a	17,1±0,59 ^b	0,57±0,07 ^{ab}	0,26±0,02 ^b	0,20±0,03 ^{ab}	1,71±0,04 ^{ab}

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

*****Başlangıç Kondisyon Faktörü(1,35±0,04)**

^a BA: Başlangıç Ağırlığı (g)

^b FA: Final Ağırlığı (g)

^c Canlı Ağırlık Kazancı % = (Final Ağırlığı- Başlangıç Ağırlığı)/(Başlangıç Ağırlığı) ×100, (Turchini ve ark., 2011).

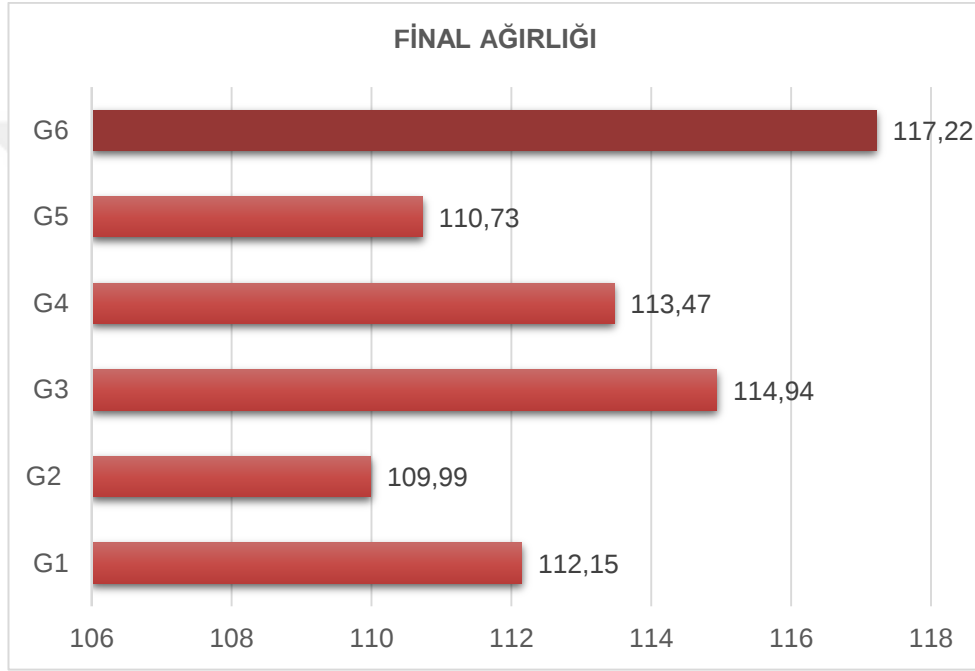
^d Ortalama Günlük Büyüme (%/gün)= ((Ağırlık Kazancı %)/ gün sayısı), (Turchini ve ark., 2011).

^e Spesifik Büyüme Oranı (SBO) = (ln Son ağırlık- ln Başlangıç ağırlığı) / gün sayısı ×100, (Company ve ark., 1999).

^f Termal Büyüme Katsayısı (TBK)=(((Son ağırlık^{1/3} -Başlangıç ağırlığı^{1/3})/ ortalama sıcaklık)*1000), (Turchini ve ark., 2011).

^g Kondisyon Faktörü (KF) = 100*(Balık ağırlığı(g))/(Balık Boyu(cm))³, (Turchini ve ark., 2011).

Araştırmanın 60-90 gün sonunda (geri besleme) yapılan hesaplamalarda, final ağırlığı (FA (g)) değerlerinde gruplar arasında istatistiksel açıdan fark bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek FA, G6 ($117,2\pm0,96$)’da bulunurken, bu grubu sırasıyla G3 ($114,5\pm0,99$), G4($113,5\pm1,01$), G1 ($112,2\pm1,93$), G5 ($110,7\pm0,98$) ve G2 ($110\pm1,03$) gruplarının izlediği görülmüştür (Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. Deneme Sonu Çipura İçin Final Ağırlığı (60-90 gün)

Spesifik büyüme oranı (SBO %/gün) geri besleme dönemi sonunda gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$). En yüksek SBO ($0,30\pm0,03-0,01$) G3 ve G4’te elde edilmiştir. Bu grubu G5 ($0,26\pm0,03$) ile G6 ($0,26\pm0,02$) ve ardından sırayla G2 ve G1’in izlediği görülmüştür.

Geri besleme dönemi sonunda, canlı ağırlık kazancının % ifadesiyle elde edilen değerler, gruplar arasında farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$). Alınan verilerin hesaplanması sonucunda en iyi canlı ağırlık kazancının G4 ($19,5\pm0,72$) ve G3

(19,4±0,58) gruplarda olduğu diğer deneme gruplarının bu grubu izlediği, en düşük değere ise G2 (13,7±0,68)'de olduğu gözlenmiştir.

Geri besleme dönemi (60-90 gün) sonunda yapılan hesaplamalarda, gruplar arasındaki OGB oranında istatistiksel açıdan farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek ortalama günlük büyüme OGB oranı $0,65\pm0,09$ ile G3 ve G4 gruplarında gözlenirken en düşük OGB ise $0,46\pm0,08$ ile G2'de gerçekleşmiştir.

60-90 gün sonunda TBK değeri gruplar arasında farklılık göstermiştir ($p<0,05$). En yüksek TBK G3 ($0,22\pm0,03$) ile G4 ($0,22\pm0,04$) gruplarında gözlenirken, en düşük değer ($0,16\pm0,03$) ile G2 grubunda elde edilmiştir.

Boy kilo indeksi olarak ifade edilen KF değeri geri besleme dönemi sonunda gruplar arasında farklılık göstermiştir ($p<0,05$). En yüksek KF G1 ($1,89\pm0,05$)'de görüldüğü, düşük değerlerin G2, G3 ve G4 gruplarında ($1,64 -1,67$) elde edilmiştir.

4.1.8. 60-90 Gün Aralığında Çipura İçin Yem Değerlendirme Parametreleri

Geri besleme dönemi sonunda yapılan analizler sonucunda yem çevirim oranı (YÇO), protein etkinlik oranı (PEO), lipit etkinlik oranı (LEO), net protein kullanımı (NPK), net lipit kullanımı (NLK), ekonomik çevirim oranı (EÇO) ve ekonomik karlılık indeksi (EKİ) değerleri Çizelge 4.7. verilmiştir.

Çizelge 4.7. Çipura 60-90 Gün Aralığında Grupların Yem Kullanım Parametreleri

Gruplar	YÇO ^a	PEO ^b	LEO ^c	NPK ^d	NLK ^e	EÇO ^f	EKI ^g
G1	1,24±0,05 ^{ab}	1,68±0,14 ^{ab}	3,91±0,06 ^{ab}	37,5±0,99 ^b	101,2±0,95 ^b	4,63±0,05 ^{bc}	2,33±0,01 ^{ab}
G2	1,26±0,08 ^a	1,65±0,14 ^b	3,85±0,08 ^b	27,0±1,05 ^d	49,6±0,99 ^d	4,27±0,06 ^c	2,35±0,02 ^{ab}
G3	1,23±0,05 ^b	1,69±0,18 ^{ab}	3,94±0,32 ^{ab}	31,5±1,05 ^c	91,8±0,96 ^c	5,90±0,08 ^a	2,23±0,05 ^b
G4	1,22±0,09 ^b	1,71±0,21 ^a	3,98±0,25 ^a	29,9±0,98 ^d	72,9±0,88 ^{cd}	5,92±0,06 ^a	2,20±0,08 ^b
G5	1,25±0,05 ^a	1,67±0,16 ^{ab}	3,88±0,35 ^b	16,8±0,89 ^e	93,1±0,78 ^c	5,21±0,02 ^{ab}	2,24±0,08 ^b
G6	1,20±0,06 ^c	1,74±0,22 ^a	4,04±0,38 ^a	51,4±0,55 ^a	114,6±0,92 ^a	4,97±0,01 ^b	2,38±0,01 ^a

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

^a YÇO: Yem Çevirim Oranı (YÇO) = Tüketilen yem miktarı (g) / canlı ağırlık kazancı (g) (Santinha ve ark., 1999).

^b Protein Etkinlik Oranı (PEO) = Canlı ağırlık kazancı (g) / protein alımı (g). (Skalli ve ark., 2004).

^c Lipit Etkinlik Oranı (LEO) = Canlı ağırlık kazancı (g) / yağ alımı (g). (Turchini ve ark., 2011).

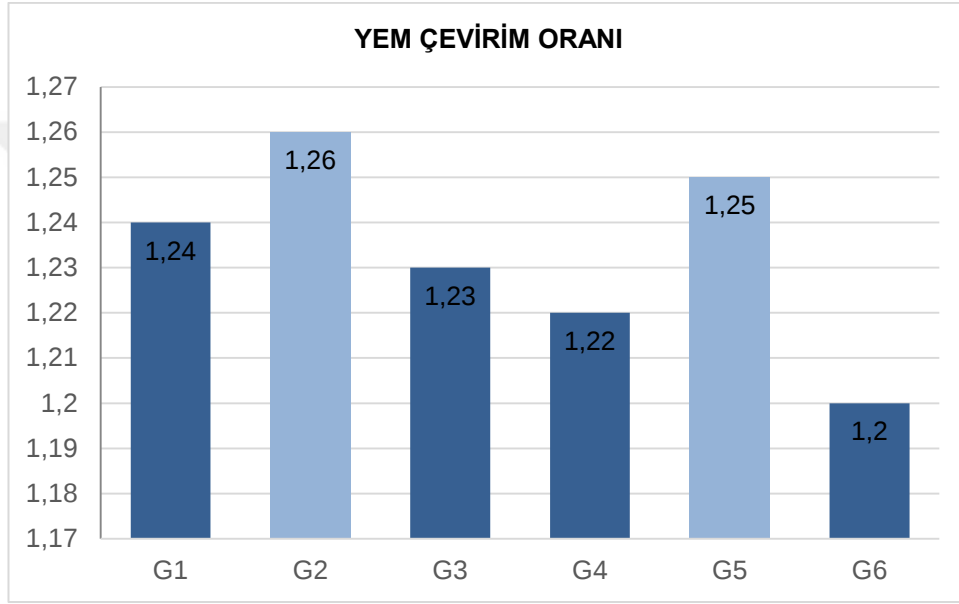
^d Net Protein Kullanımı (NPK) = [(Kazanılan vücut proteini (g)) / Yemle alınan protein (g)] × 100 (Turchini ve ark., 2011)

^e Net Lipit Kullanımı (NLK) = [(Kazanılan vücut yağı (g)) / Yemle alınan yağ (g)] × 100 (Turchini ve ark., 2011).

^f Ekonomik Çevirim Oranı (kg-1) (EÇO) = Tüketilen yem miktarı (kg) * yem fiyatı (kg) / canlı ağırlık kazancı (kg) (Lozano ve ark., 2007).

^g Ekonomik Karlılık İndeksi (EKI) = Son ağırlık (kg) * balık fiyatı (kg) – EÇO* ağırlık kazancı (kg) (Lozano ve ark., 2007).

YÇO geri besleme dönemi sonunda gruplar arasında istatistiksel olarak fark gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$). Grupların YÇO değerlerinde en düşük değere G6 ($1,20\pm0,06$)’da gözlenirken, en yüksek sonuç $1,26\pm0,08$ değere sahip G2 ve $1,25\pm0,05$ G5’te gözlenirken, diğer araştırma gruplarında ise 1,23 ile 1,22 arasında değişmiştir (Şekil 4.6.).



Şekil 4.6. Deneme Sonu Çipura İçin Yem Çevirim Oranı (60- 90 gün)

Geri besleme dönemi sonucunda, elde edilen PEO değerleri, gruplar arasında farklılık göstermiştir ($p<0,05$). En yüksek değer $1,74\pm0,22$ değerlere sahip G6 ve $1,71\pm0,21$ değere sahip G4 gruplarında gözlenirken en düşük değer $1,65\pm0,14$ ile G2 grubunda bulunmuştur.

Araştırmanın geri besleme dönemi sonunda, elde edilen verilere göre NPK değerlerinde ise yine istatistiksel fark saptanmış ($p<0,05$), en yüksek NPK $51,4\pm0,55$ ile G6 grubunda elde edilmiş ve $16,8\pm0,89$ değere sahip G5 grubu en düşük NPK değerine sahip olmuştur.

LEO ise en düşük değerin, $4,16 \pm 0,01$ ile G4 grubunda belirlendiği, en yüksek değerin ise $4,31 \pm 0,08$ ile G1 ve G6 gruplarında olduğu ve diğer araştırma guruplarının bu değerler arasında bulunduğu saptanmıştır ($p < 0,05$).

Geri besleme dönemi sonundaki verilere NLK değerlerinde istatistiksel fark saptanmış ($p < 0,05$), en yüksek NLK değeri $114,6 \pm 0,92$ ile G6 grubunda saptanmıştır. G2 grubuna ait NLK ise $49,6 \pm 0,99$ ile en düşük değere sahip olmuştur.

Çalışmanın 60-90 gün sonunda elde edilen veriler sonucunda EÇO gruplar arasında istatistiksel farkların olduğu gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). En yüksek EÇO $5,92 \pm 0,06$ değer ile G4 ve $5,90 \pm 0,08$ değere sahip G3 gruplarında rastlanmıştır. Geri besleme dönemi sonunda en düşük ekonomik çevirim oranı $4,27 \pm 0,06$ değere sahip G2 grubunda görülmüştür.

EKİ geri besleme dönemi sonunda hesaplandığında, gruplar arasında istatistiksel farklılıkların olduğu görülmüştür ($p < 0,05$), buna göre en yüksek değerin $2,38 \pm 0,01$ ile G6 grubunda olduğu diğer deneme grupları bu grubu izlediği görülmüştür.

4.1.9. 60-90 Gün Aralığında Çipura Besinsel Kompozisyon ve Somatik İndeksler

Denemenin 60-90 gün (geri besleme dönemi) sonunda alınan örneklerin analizleri sonucunda, tüm vücut nem yüzdesi incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel açıdan fark oluşmuştur ($p < 0,05$). En yüksek nem oranı $68,7 \pm 0,14$ ile G2’de gözlemlenirken ve diğer grup bireyleri birbirlerine yakın olan değerler ile bu grubu takip etmekte olduğu ve en düşük nem oranının $62,3 \pm 0,04$ ile G1 grubunda olduğu gözlenmiştir. Ham kül analizlerinde de istatistiksel açıdan fark bulunurken ($p < 0,05$), en yüksek kül içeriği G3 te $2,28 \pm 0,49$ ve G1 de $2,07 \pm 0,07$ gözlenirken, diğer deneme grupları bu iki grubu izlediği ve $1,88 \pm 0,15$ ile $1,40 \pm 0,18$ arasında değiştiği görülmüştür.

Denemenin geri besleme dönemi sonunda, tüm vücut protein kompozisyonu gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$). Tüm vücut besinsel kompozisyon Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Buna göre G6, G3 ve G1 gruplarında ham protein oranı sırayla $19\pm0,32$, $18,2\pm0,63$ ve $18,0\pm0,94$ değerleriyle diğer gruplara göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer gruplarda protein oranı sırasıyla $17,6\pm0,57$ (G2), $17,9\pm0,37$ (G4), ve $17,0\pm0,06$ (G5) olarak saptanmıştır.

Denemenin 60-90 gün sonucunda yapılan analiz sonuçlarından elde edilen verilerde lipit miktarları gruplar arasında istatistiksel fark saptanmış ($p<0,05$), en yüksek lipit değerleri $13,8\pm0,45$ ile G3 grubunda elde edilmiştir. G4 grubuna ait lipit oranı $10,9\pm0,21$ en düşük değere sahip olmuştur. Araştırmadaki diğer gruplar ise istatistiksel olarak benzer sonuçlar bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Denemenin geri besleme sonunda hesaplanan KSİ, VSİ ve TY değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir. Karaciğer Somatik İndeks ve Viseral Somatik İndeks bakımından gruplar arasında istatistiksel açıdan fark bulunmuştur ($p<0,05$). En düşük KSİ değerinin $1,96\pm0,33$ ile G3 grubunda olduğu tespit edilmiş, bu karşın, diğer deneme grupları arasında istatistiki farkların olmadığı bulunmuştur. VSİ değerlerine bakıldığında en yüksek değere G1 ($3,24\pm0,44$) grubunda görüldüğü buna karşın en düşük değerlere G3 ($2,83\pm0,34$), G4 ($2,78\pm0,51$) ve G5 ($2,84\pm0,41$) gruplarında olduğu izlenmiştir. TY değerlerinde de gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılık saptanmış ($p<0,05$) olup, toplam yağ değerleri, en yüksek $1,77\pm0,54$ değeri ile G5 grubunda gözlenirken diğer deneme grupları bu grubu izlediği görülmüştür.

Çizelge 4.8. Çipura 60-90 Gün Aralığında Grupların Somatik İndeks Değerleri (%)

Gruplar	Vsi ^a		Ksi ^b		TY ^c	
	60. Gün	90. Gün	60. Gün	90. Gün	60. Gün	90. Gün
G1	3,06±0,32	3,24±0,44 ^a	2,31±0,31	2,22±0,35 ^a	1,07±0,35	1,06±0,32 ^b
G2	3,21±0,45	3,17±0,55 ^{ab}	2,18±0,52	2,10±0,49 ^a	1,48±0,52	1,42±0,74 ^{ab}
G3	2,77±0,55	2,83±0,34 ^b	2,13±0,38	1,96±0,33 ^b	1,15±0,38	1,08±0,68 ^b
G4	3,04±0,53	2,78±0,51 ^b	1,91±0,54	2,13±0,31 ^a	1,70±0,51	1,17±0,54 ^b
G5	3,12±0,25	2,84±0,41 ^b	2,35±0,46	2,23±0,27 ^a	1,88±0,42	1,77±0,44 ^a
G6	2,92±0,37	3,03±0,25 ^{ab}	2,42±0,39	2,28±0,28 ^a	1,85±0,48	1,34±0,55 ^{ab}

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

^aViseral Somatik İndeks (%) (VSI) = (Tüm iç organ ağırlığı (g) / balık ağırlığı x 100(g)), (Company ve ark., 1999).

^bKaraciğer Somatik İndeks (%) (KSI) = (Karaciğer ağırlığı (g) / balık ağırlığı x 100 (g)), (Company ve ark., 1999).

^cToplam Yağ (%) (TY) = (Perivisceral yağ (%) + Peritoneal yağ (%)), (Fountoulaki ve ark, 2009).

Çizelge 4.9.Çipura 60-90 Gün Aralığında Grupların Besinsel Kompozisyonu

Gruplar	Protein		Yağ		Nem		Kül	
	60. Gün	90. Gün	60. Gün	90. Gün	60. Gün	90. Gün	60. Gün	90. Gün
G1	17,7±0,14	18,0±0,94 ^a	10,9±0,25	11,1±0,53 ^c	61,5±0,25	62,3±0,04 ^c	2,03±0,04	2,07±0,07 ^a
G2	17,8±0,81	17,6±0,57 ^b	11,4±0,32	11,5±0,58 ^c	66,0±0,05	68,7±0,14 ^a	1,63±0,08	1,40±0,18 ^b
G3	17,6±0,45	18,2±0,63 ^a	11,8±0,14	13,8±0,45 ^a	60,3±0,15	64,3±0,95 ^b	1,48±0,12	2,28±0,49 ^a
G4	18,1±0,79	17,9±0,37 ^b	9,6±0,45	10,9±0,21 ^d	62,4±0,66	66,3±0,86 ^{ab}	1,41±0,32	1,55±0,03 ^b
G5	18,3±0,80	17,0±0,06 ^b	10,5±0,48	12,4±0,29 ^b	62,8±0,25	66,7±0,55 ^{ab}	1,47±0,21	1,88±0,15 ^{ab}
G6	17,4±0,30	19,0±0,32 ^a	9,9±0,37	12,8±0,42 ^b	66,3±0,19	66,1±0,82 ^{ab}	1,61±0,09	1,49±0,14 ^b

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

4.1.10. 60-90 Gün Aralığında Çipura İçin Yağ Asidi Profili

Deneme sonunda alınan örnekler ile yapılan tüm vücut yağ asit analizleri sonucunda, elde edilen yağ asidi verilerinin bir kısmı Çizelge 4.10.'te ve detaylı mg/g değerleri ise Ek-4'te, yüze olarak veriler Ek-5'te verilmiştir. SFA, MUFA ve PUFA bakımında istatistiksel olarak farklılıkların olduğu görülmüştür. Sonuçlarda SFA'lara bakıldığında mg/g olarak en yüksek değerlerin G1 ($288,8 \pm 1,15$) grubunda olduğunu, buna karşın en düşük değerlere G5 ($184,4 \pm 1,82$) olduğu görülmüştür. Yağ asitleri profilleri incelendiğinde, SFA'ların miktar olarak büyük bir bölümünü C16:0 grubu yağ asidinin oluşturduğu ve ardından C14:0 grubu yağ asidinin geldiği görülmüştür. Tekli doymamış yağ asitlerinin mg/g miktarları bakımından gruplar arasında farklılığın olduğu, en yüksek miktarların $353,5 \pm 2,33$ ile G5 grubunda olduğu gözlenmiştir. Buna karşın en düşük tekli doymamış yağ asidi grubunun mg/g cinsinden $262,8 \pm 1,89$ değere sahip G1'de gözlemlenirken, MUFA'ların miktar olarak en fazla değeri 18:1n-9 yağ asidinin oluşturduğu gözlenirken, en düşük tekli doymamış yağ asidinin 24:1n-9 olduğu belirlenmiştir. Çoklu doymamış yağ asit profillerinde mg/g olarak gruplar arasında en yüksek değerleri $324,2 \pm 2,21$ ile G6 ve $321,7 \pm 2,49$ değere sahip G4 gruplarında görüldüğü buna karşın en düşük değer $235,3 \pm 2,08$ ile G2'de belirlenmiştir. PUFA içerisinde en yüksek miktarların, bitkisel yağlarda yüksek olarak bulunan 18:2n-6 yağ asidinde olduğu bulunmuştur. Yağ analizleri sonucunda toplam n-3 serisi ($\Sigma n3$) gruplar arasında mg/g bakımında en yüksek değere $211 \pm 0,28$ ile G4 grubunda görülürken, en düşük değerleri $135,2 \pm 0,96$ ile G2 ve $135,7 \pm 1,17$ ile G3 gruplarında olduğu saptanmıştır. Aynı profilde toplam n-6 serisi ($\Sigma n6$) gruplar arasında en yüksek mg/g değeri $158 \pm 1,72$ ile G6 grubunda olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). $\Sigma n3 / \Sigma n6$ oranlarında mg/g olarak gruplar arasında en yüksek değerin $2,1 \pm 0,18$ değer ile G1 grubunda olduğu buna karşın diğer 5 grubun bu grubu takip ettiği görülmüştür. EPA/DHA oranı mg/g gruplar arasında farklılığın olmadığı görülmüştür. EPA+DHA değerleri mg/g olarak gruplar arasında istatistiki bir farkın olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). En yüksek EPA+DHA değeri $151 \pm 1,85$ ile G1 grubunda gözlemlenirken bu grubu $118,1 \pm 1,12$ değere sahip G4 grubu izlenmiştir. En düşük

EPA+DHA değerine ise $562,1 \pm 0,98$ ile G5 ve $62 \pm 10,85$ ile G6 gruplarında bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Çipura 60-90 Gün Aralığında Grupların Fileto Yağ Asitleri (mg/g)

Yağ asitleri mg/g	EPA+DHA	EPA/DHA	n3/n6	Σn6	Σn3	ΣPUFA	ΣMUFA	ΣSFA
G1	$151,5 \pm 1,85^a$	$0,28 \pm 0,12$	$2,1 \pm 0,18^a$	$88,2 \pm 0,96^e$	$184,3 \pm 1,72^b$	$272,5 \pm 1,86^{bc}$	$262,8 \pm 1,89^e$	$228,8 \pm 1,15^a$
G2	$105,1 \pm 1,02^c$	$0,27 \pm 0,08$	$1,4 \pm 0,09^b$	$100,1 \pm 0,85^d$	$135,2 \pm 0,96^e$	$235,3 \pm 2,08^c$	$345,8 \pm 2,08^b$	$205,2 \pm 1,09^c$
G3	$106,2 \pm 1,08^c$	$0,26 \pm 0,07$	$1,0 \pm 0,05^c$	$133,2 \pm 1,08^b$	$135,7 \pm 1,17^e$	$269,0 \pm 2,54^{bc}$	$303,9 \pm 1,86^d$	$211,5 \pm 1,54^{bc}$
G4	$118,1 \pm 1,12^b$	$0,27 \pm 0,08$	$1,9 \pm 0,05^{ab}$	$110,7 \pm 1,10^c$	$211,0 \pm 1,28^a$	$321,7 \pm 2,49^a$	$256,3 \pm 2,84^f$	$217,6 \pm 1,63^b$
G5	$62,1 \pm 0,98^d$	$0,28 \pm 0,05$	$1,2 \pm 0,04^c$	$129,5 \pm 1,31^b$	$156,9 \pm 1,82^d$	$286,3 \pm 1,85^b$	$353,4 \pm 2,33^a$	$184,4 \pm 1,82^e$
G6	$62 \pm 0,85^d$	$0,28 \pm 0,05$	$1,1 \pm 0,07^c$	$158,0 \pm 1,72^a$	$166,3 \pm 1,28^c$	$324,2 \pm 2,21^a$	$314,3 \pm 2,57^c$	$199,4 \pm 1,72^d$

Her değer bir ortalama $\pm$ standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

4.2. Avrupa Levrek Balığı (*Dicentrarchus labrax* L.) Denemesi**4.2.1. Deneme Tanklarındaki Çevresel Parametreler**

Deneme süresince tanklardaki su sıcaklıkları en düşük 14,5°C ile en yüksek 16,5°C arasında değişmiş ve çalışma boyunca kaydedilen sıcaklık değerleri ortalama 15,6±0,50°C olarak belirlenmiştir. Deneme süresince ölçülen en yüksek ve en düşük O₂ değerleri 6,8 mg/L ve 5,30 mg/L olmuştur. Tuzluluk değeri ise ortalama ‰39 – 40 seviyelerinde seyretmiştir.

4.2.2. 0-60 Gün Aralığında İçin Büyüme Parametreleri

Deneme sonunda büyüme parametreleri Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Avrupa Levrek Balığı 0-60 Gün Aralığında Grupların Büyüme Parametreleri

Gruplar	BA ^a	FA ^b	CAK ^c	OGB ^d	SBO ^e	TBK ^f	KF ^g
G1	23,2±0,01	57,5±0,12 ^a	147,6±1,44 ^a	2,46±0,01 ^a	1,51±0,01 ^a	0,81±0,01	1,04±0,04
G2	23,2±0,05	55,1±0,18 ^b	137,5±1,68 ^b	2,29±0,04 ^b	1,44±0,02 ^b	0,76±0,01	1,05±0,03
G3	23,2±0,08	56,4±1,12 ^{ab}	143,2±2,35 ^{ab}	2,39±0,08 ^b	1,37±0,02 ^{bc}	0,79±0,01	1,07±0,02
G4	23,2±0,10	55,8±0,84 ^b	140,9±2,65 ^b	2,34±0,06 ^b	1,46±0,02 ^b	0,78±0,01	1,06±0,03
G5	23,2±0,10	55,0±0,89 ^b	137,2±2,52 ^b	2,29±0,03 ^b	1,44±0,01 ^b	0,76±0,01	1,06±0,02
G6	23,2±0,04	57,3±0,63 ^a	147,0±2,17 ^a	2,45±0,05 ^a	1,51±0,02 ^a	0,80±0,01	1,04±0,03

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

^{***}Başlangıç Kondisyon Faktörü (,03±0,09)

^a BA: Başlangıç Ağırlığı (g)

^b FA: Final Ağırlığı (g)

^c Canlı Ağırlık Kazancı % = (Final Ağırlığı- Başlangıç Ağırlığı)/(Başlangıç Ağırlığı) ×100, (Turchini ve ark., 2011).

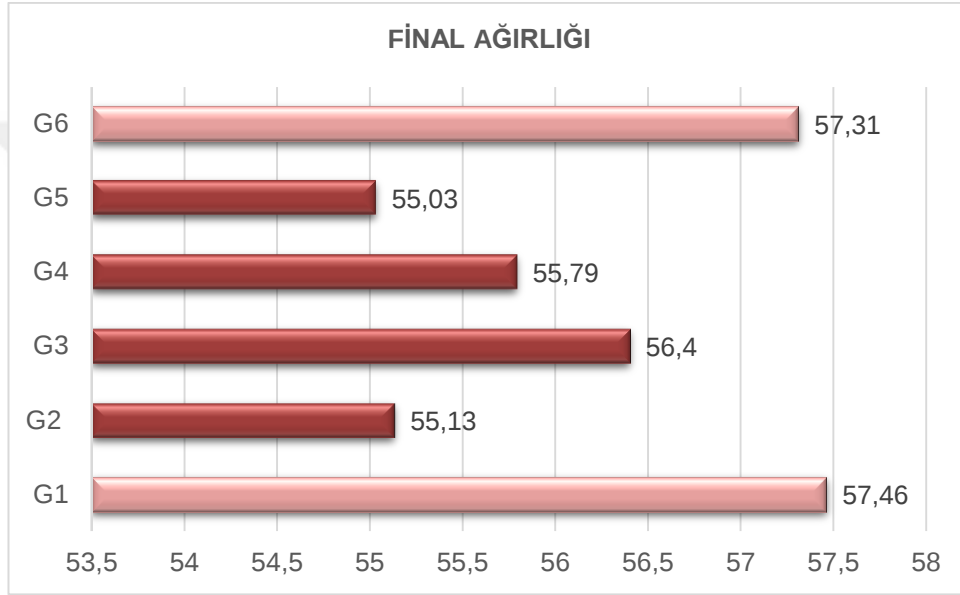
^d Ortalama Günlük Büyüme (%/gün)= (Ağırlık Kazancı %)/ gün sayısı), (Turchini ve ark., 2011).

^e Spesifik Büyüme Oranı (SBO) = (ln Son ağırlık- ln Başlangıç ağırlığı) / gün sayısı ×100, (Company ve ark., 1999).

^f Termal Büyüme Katsayısı (TBK)=(((Son ağırlık^{1/3} -Başlangıç ağırlığı^{1/3})/ ortalama sıcaklık*1000), (Turchini ve ark., 2011).

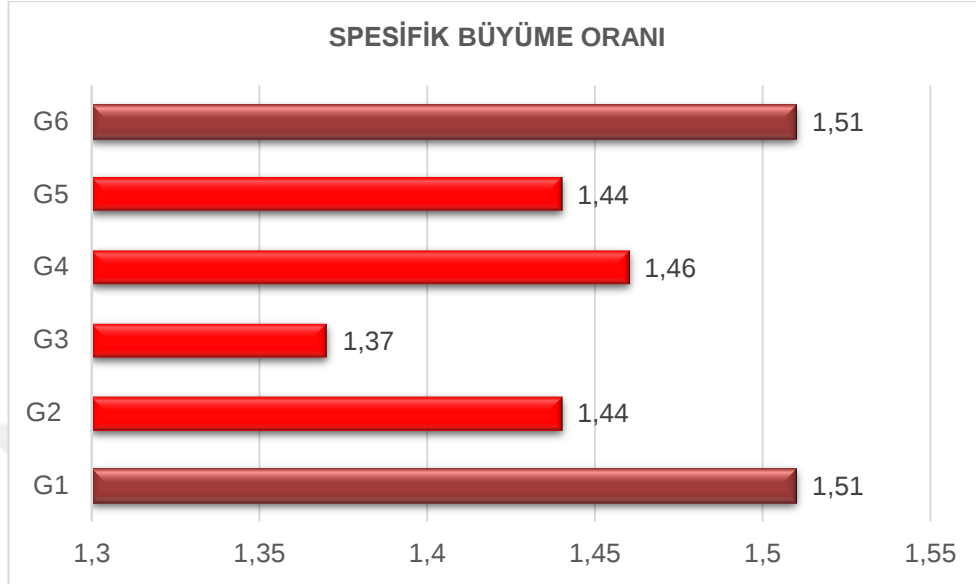
^g Kondisyon Faktörü (KF) = 100*(Balık ağırlığı(g))/(Balık Boyu(cm))³, (Turchini ve ark., 2011).

Araştırmanın 0-60 gün sonunda yapılan hesaplamalarda, final ağırlığı (FA (g)) değerlerinde gruplar arasında istatistiksel açıdan fark bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek FA, G1 ($57,5\pm0,12$)’da ve G6 ($57,3\pm0,63$)’da bulunurken, bu grupları sırasıyla G3 ($56,4\pm1,12$), G4 ($55,8\pm0,84$), G2 ($55,1\pm0,18$), G5 ($55,0\pm0,89$) gruplarının izlediği görülmüştür (Şekil 4.7.).



Şekil 4.7. Deneme Sonu Avrupa Levrek Balığı İçin Final Ağırlığı (0-60 gün)

Denemenin 0-60 gün sonunda yapılan hesaplamalarda, SBO gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$). En yüksek SBO $1,51\pm0,01$ değere sahip G1 ve G6 gruplarında elde edilmiştir. En düşük SBO ise $1,37\pm 0,02$ değere sahip olan G3’te rastlanmıştır (Şekil 4.8.).



Şekil 4.8. Deneme Sonu Avrupa Levrek Balığı İçin Spesifik Büyüme Oranı (%/gün) (0-60 gün)

Denemenin ilk etabı olan 0-60 gün sonunda, canlı ağırlık kazancının (% CAK) ifadesiyle elde edilen değerler, gruplar arasında farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$). Final ağırlığına olduğu gibi en iyi CAK değerine G1 ($147,6\pm1,44$) ve G6 ($146,9\pm2,17$) gruplarında olduğu diğer deneme gruplarının bu grubu izlediği gözlenmiştir (Şekil 4.9.).



Şekil 4.9. Deneme Sonu Avrupa Levrek Balığı İçin Canlı Ağırlık Kazancı (%) (0-60 gün)

0,60- gün sonunda yapılan hesaplamalar neticesinde, gruplar arasındaki OGB oranında istatistiksel açıdan farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$). En yüksek ortalama günlük büyüme oranı final ağırlığı ve canlı ağırlık kazancına paralel şekilde gerçekleşmiş ve ortalama günlük büyüme $2,46 \pm 0,01$ değere sahip G1 ve $2,45 \pm 0,05$ değerine sahip G6 gruplarında gözlemlenirken diğer deneme grupları arasında istatistiksel farklılıkların olmadığı ve bu iki grubu izlediği görülmüştür.

Denemenin ilk 0-60 gün sonunda hesaplanan TBK değerlerinde gruplar arasında farklılıkların olmadığı görülmüştür ($p > 0,05$). TBK gruplar arasında $0,76 \pm 0,01$ ile $0,81 \pm 0,01$ değerlerinde bulunmuştur.

Denemenin ilk aşamasında, boy kilo indeksi olarak ifade edilen, kondisyon faktör değeri gruplar arasında TBK'da olduğu gibi farklılık göstermemiştir ($p > 0,05$). Kondisyon faktörü $1,04 \pm 0,03$ ile $1,07 \pm 0,02$ değerler arasında gerçekleştiği görülmüştür.

4.2.3. 0-60 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balęı İçin Yem Değerlendirme Parametreleri

Çalışma sonunda yapılan analizler sonucunda yem evirim oranı (YO), protein etkinlik oranı (PEO), lipit etkinlik oranı (LEO), net protein kullanımı (NPK), net lipit kullanımı (NLK), ekonomik evirim oranı (EÇO) ve ekonomik karlılık indeksi (EKİ) değerleri izelge 4.12. de verilmiştir.



Çizelge 4.12. Avrupa Levrek Balığı 0-60 Gün Aralığında Grupların Yem Kullanımı Değerleri

Gruplar	YÇO ^a	PEO ^b	LEO ^c	NPK ^d	NLK ^e	EÇO ^f	EKI ^g
G1	1,26±0,09 ^c	1,66±0,03 ^a	3,86±0,08 ^a	33,8±0,69 ^a	29,7±0,96 ^d	20,17±0,40	0,86±0,01
G2	1,31±0,21 ^b	1,59±0,04 ^{ab}	3,70±0,10 ^b	28,59±1,28 ^b	63,0±0,12 ^a	21,04±0,57	0,82±0,02
G3	1,30±0,19 ^b	1,61±0,02 ^{ab}	3,74±0,04 ^b	24,35±1,88 ^c	58,4±1,23 ^b	20,82±0,24	0,83±0,01
G4	1,34±0,23 ^{ab}	1,57±0,08 ^{ab}	3,64±0,18 ^{bc}	28,97±2,01 ^b	46,5±1,20 ^c	21,42±1,04	0,81±0,03
G5	1,37±0,32 ^a	1,52±0,05 ^b	3,54±0,11 ^c	23,81±1,55 ^c	49,2±0,30 ^c	22,03±0,65	0,79±0,02
G6	1,27±0,17 ^c	1,65±0,04 ^a	3,83±0,09 ^a	27,58±1,04 ^b	55,7±0,39 ^{bc}	20,35±0,51	0,85±0,02

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

^a YÇO: Yem Çevirim Oranı (YÇO) = Tüketilen yem miktarı (g) / canlı ağırlık kazancı (g) (Santinha ve ark., 1999).

^b Protein Etkinlik Oranı (PEO) = Canlı ağırlık kazancı (g) / protein alımı (g), (Skalli ve ark., 2004).

^c Lipit Etkinlik Oranı (LEO) = Canlı ağırlık kazancı (g) / yağ alımı (g), (Turchini ve ark., 2011).

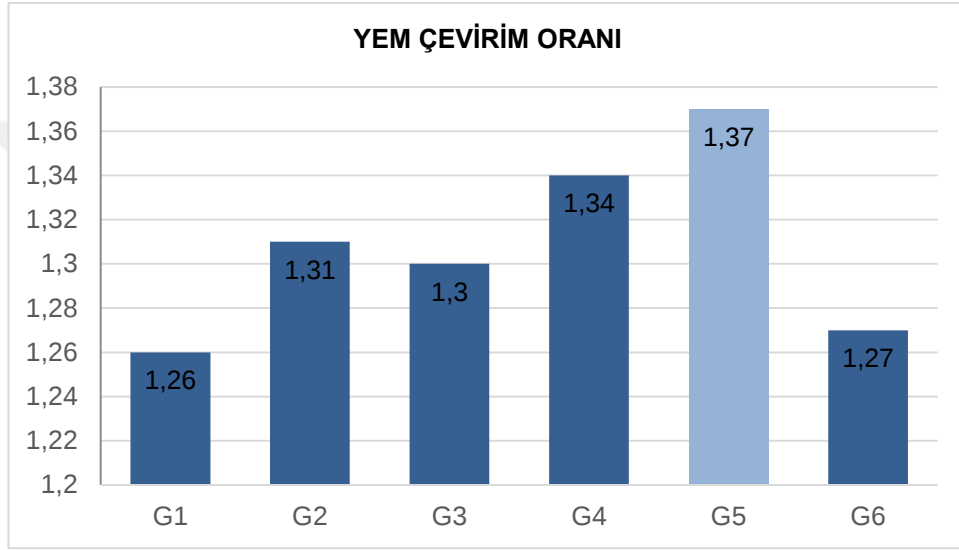
^d Net Protein Kullanımı (NPK) = [(Kazanılan vücut proteini (g)) / Yemle alınan protein (g)] × 100 (Turchini ve ark., 2011).

^e Net Lipit Kullanımı (NLK) = [(Kazanılan vücut yağı (g)) / Yemle alınan yağ (g)] × 100 (Turchini ve ark., 2011).

^f Ekonomik Çevirim Oranı (EÇO) = Tüketilen yem miktarı (kg) * yem fiyatı (kg) / canlı ağırlık kazancı (kg) (Lozano ve ark., 2007).

^g Ekonomik Karlılık İndeksi (EKI) = Son ağırlık (kg) * balık fiyatı (kg) – EÇO * ağırlık kazancı (kg) (Lozano ve ark., 2007).

YÇO gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($p<0,05$). Grupların YÇO değerlerinde en yüksek sonuç G5'te ($1,37\pm0,32$)'te gözlenirken, YÇO en düşük değerlerine G1 ($1,26\pm0,09$) ile G6 ($1,27\pm0,17$) gruplarında gözlenmiştir. Diğer araştırma guruplarında ise $1,34\pm0,23$ ile $1,30\pm0,19$ değerleri arasında değişmiştir (Şekil 4.10.).



Şekil 4.10. Deneme Sonu Avrupa Levrek Balığı İçin Yem Çevirim Oranı (0- 60 gün)

Çalışma sonucunda, elde edilen PEO değerleri, gruplar arasında farklılık göstermiştir ($p<0,05$). En yüksek değer $1,66\pm0,03$ değerlere sahip G1 ve $1,65\pm0,04$ değere sahip G6 da gözlenirken en düşük değer $1,52\pm0,05$ ile G5 grubunda bulunmuştur.

LEO en düşük değer, $3,54\pm0,11$ ile G5 grubunda belirlendiği, en yüksek değer ise $3,86\pm0,08$ ile G1 ve $3,83\pm0,09$ değere sahip G6 gruplarında olduğu ve diğer araştırma guruplarının bu değerler arasında bulunduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre NPK değerlerinde ise yine istatistiksel fark saptanmış ($p<0,05$), en yüksek NPK $33,8\pm0,69$ ile G1 grubunda

elde edilmiştir. $24,4 \pm 1,88$ değere sahip G3 ile $23,8 \pm 1,55$ değere sahip G5 grupları en düşük değere sahip olmuştur. Araştırmadaki diğer gruplarda ise istatistiksel olarak benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Denemenin 0-60 gün sonunda elde edilen verilere göre NLK değerlerinde istatistiksel fark saptanmış ($p < 0,05$), en yüksek NLK değeri $63,0 \pm 1,12$ ile G2 grubunda saptanmıştır. G1 grubuna ait NLK ise $20,8 \pm 0,96$ ile en düşük değere sahip olmuştur.

Denemenin 0-60 gün sonunda elde edilen veriler sonucunda EÇO grupları arasında istatistiksel farkların olduğu gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). En yüksek EÇO $22,0 \pm 0,65$ değer ile G5 grubunda izlenirken, en düşük EÇO ise $20,4 \pm 0,51$ değere sahip G6 ile $20,2 \pm 0,40$ değere sahip G1 gruplarında görülmüştür.

EKİ geri besleme dönemi sonunda hesaplandığında, gruplar arasında istatistiksel farklılıkların olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Buna göre en yüksek değer $0,86 \pm 0,02$ ile G6 ve $0,85 \pm 0,01$ ile G1 gruplarında olduğu diğer deneme grupları bu grubu izlediği görülürken en düşük değere $0,79 \pm 0,02$ ile G5 grubunda olduğu bulunmuştur.

4.2.4. 0-60 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balığı için Besinsel Kompozisyon (%) ve Somatik İndeksler (%)

Deneme başlangıcında alınan balık örneklerinde yapılan analizler sonucu, nem miktarı $\%73,15 \pm 0,66$, ham kül $\%1,60 \pm 0,06$, protein $\%20,68 \pm 0,11$ ve lipit $\%5,93 \pm 0,32$ olarak bulunmuştur. Başlangıç KSİ ve VSİ değerleri ise sırasıyla $0,96 \pm 0,32$ ve $2,37 \pm 0,63$ şeklinde bulunmuş, ayrıca toplam yağ miktarı $2,57 \pm 0,62$ olarak bulunmuştur.

Deneme sonunda tüm vücut protein kompozisyonu grupları arasında istatistiksel açıdan farklılıklar göstermiştir ($p < 0,05$). Tüm vücuttaki besinsel kompozisyon Çizelge 4.13.'de verilmiştir. Buna göre G1 grubunun ham protein oranı $20,5 \pm 0,49$ değerleriyle diğer gruplara göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Diğer gruplarda protein oranı sırasıyla $19,4 \pm 0,51$ (G4),

19,1±0,98 (G2), 18,3±0,68 (G6) 17,4±0,45 (G3) ve 17,8±0,94 (G5) olarak saptanmıştır.

Araştırma sonucunda yapılan analiz sonuçlarından elde edilen verilerde lipit miktarları gruplar arasında istatistiksel fark saptanmış ($p<0,05$), en yüksek lipit değerlerine 11,3±0,12 ile G2 grubunda gözlenmiştir. G1 grubuna ait lipit oranı 6,0±0,09 en düşük değere sahip olmuştur. Araştırmadaki diğer gruplar ise bu iki değer arasında değişim göstermişlerdir. (Çizelge 4.13.).

Yapılan analizler sonucunda tüm vücut nem yüzdesi incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel açıdan fark oluşmuştur ($p<0,05$). En yüksek nem oranı %71,2±0,95 ile G1 grubunda gözlemlenmiştir. Diğer grup bireyleri birbirlerine yakın olan değerler ile bu iki grubu takip etmekte olduğu ve en düşük nem oranının %68,2±0,25 değere sahip G3 ile %69,4±0,43 değere sahip G4 gruplarında olduğu gözlenmiştir. Ham kül analizlerinde de istatistiksel açıdan fark bulunurken ($p<0,05$), en yüksek kül içeriği G4 (%2,64±0,08), G5 (%2,69±0,08) ve G6 (%2,76±0,09) gruplarında gözlenirken, en düşük ham kül içeriğine G2 (%1,38±0,08) grubunda olduğu görülmüştür.

Deneme sonunda hesaplanan KSİ, VSİ ve TY değerleri Çizelge 4.13'de verilmiştir. KSİ ve VSİ bakımından gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılıkların olmadığı gözlemlenmiştir ($p>0,05$). Verilere bakıldığında KSİ değerinin 2,03±0,19 ile 2,38±0,38 arasında değiştiğini, VSİ değerlerinin ise 2,33±0,41 ile 2,82±0,82 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. TY değerlerinde de gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılık saptanmıştır ($p<0,05$). Yapılan değerlendirmeler sonucunda, toplam yağ değerleri en yüksek 5,67±0,81 değere sahip G3, 5,50±0,88 değere sahip G6 ve 5,48±0,96 değere sahip G5 gruplarında görülmüştür. Diğer üç deneme grubu ise 4,70±1,10 ile 4,96±0,92 değerler arasında değiştiği görülmüştür.

Çizelge 4.13. Avrupa Levrek Balığı 0-60 Gün Aralığında Grupların Besinsel Kompozisyon (%) ve Somatik İndeks Değerleri (%)

Gruplar	Protein	Yağ	Nem	Kül	VSI ^a	KSI ^b	TY ^c
Başlangıç	20,7±0,11	5,93±0,32	73,2±0,66	1,60±0,06	2,37±0,63	0,96±0,32	2,57±0,62
G1	20,5±0,49 ^a	5,95±0,09 ^e	71,2±0,95 ^a	1,92±0,07 ^b	2,33±0,41	2,07±0,40	4,73±0,96 ^b
G2	19,1±0,98 ^b	11,27±0,12 ^a	66,8±0,66 ^b	1,38±0,08 ^c	2,82±0,82	2,03±0,19	4,96±0,92 ^b
G3	17,4±0,45 ^d	10,58±0,13 ^b	67,4±0,37 ^b	2,39±0,12 ^{ab}	2,56±0,57	2,32±0,43	5,67±0,81 ^a
G4	19,4±0,51 ^b	8,85±0,21 ^d	69,4±0,43 ^{ab}	2,64±0,08 ^a	2,82±0,80	2,23±0,91	4,70±1,10 ^b
G5	17,8±0,94 ^d	9,47±0,19 ^c	68,2±0,25 ^{ab}	2,69±0,08 ^a	2,59±0,36	2,24±0,93	5,48±0,96 ^a
G6	18,3±0,68 ^c	10,02±0,32 ^b	67,8±0,17 ^b	2,76±0,09 ^a	2,38±0,38	2,38±0,39	5,50±0,88 ^a

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

a)Viseral Somatik İndeks (%) (VSI) = (Tüm iç organ ağırlığı (g) / balık ağırlığı × 100(g)). (Company ve ark., 1999).

b)Karaciğer Somatik İndeks (%) (KSI) = (Karaciğer ağırlığı (g) / balık ağırlığı)×100 (g)). (Company ve ark., 1999).

c)Toplam Yağ (%) (TY) = (Perivisceral yağ (%) + Peritoneal yağ (%)), (Fountoulaki ve ark, 2009).

4.2.5. 0-60 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balığı için Yağ Asidi Profili

Deneme sonunda alınan örnekler ile yapılan tüm vücut yağ asit analizleri sonucunda, elde edilen yağ asidi verilerinin bir kısmı Çizelge 4.14.'te ve detaylı mg/g değerleri Ek-6'da, yüzde olarak veriler Ek-7'de verilmiştir. Yağ asidi profillerine bakıldığında, SFA, MUFA ve PUFA bakımında istatistiksel olarak farklılıkların olduğu görülmüştür. Yapılan laboratuvar çalışmaları sonucunda değerlendirilen verilerle bakıldığında SFA'ların mg/g olarak en yüksek değerlerin G1(245,6±1,28) grubunda olduğunu, buna karşın en düşük 197,2±1,74 değere sahip olan G5 grubunda olduğu görülmüştür. Yağ asitleri profilleri incelendiğinde, SFA'ların miktar olarak genelde deniz balıklarında büyük bir bölümünü C16:0 grubu yağ asidinin oluşturduğu ve bu yağ asidi grubunu C14:0 grubu yağ asidinin takip ettiği, aynı şekilde çalışma sonunda alınan değerlerde aynı şekilde olduğu görülmüştür. Yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında toplam tekli doymamış yağ asitlerinin mg/g miktarları bakımından gruplar arasında farklılığın olduğu, en yüksek miktarların 315,5±2,04 ile G4 grubunda olduğu bu grubu ise 298,4±1,58 değere sahip olan G6 ve 297,3±1,37 değerine sahip olan G5 gruplarının izlediği görülmüştür. Buna karşın en düşük toplam tekli doymamış yağ asidi 241,3±1,52 değerine sahip olan G1 grubunda izlenmiştir. MUFA'lar içinde miktar olarak en fazla değere 18:1n-9 yağ asidi sahip olurken, en düşük ise 24:1n-9 yağ asidinin olduğu belirlenmiştir. Çoklu doymamış yağ asit profillerinde mg/g olarak gruplar arasında en yüksek değere 308,0±1,986 ile G6 grubunda görüldüğü, buna karşın en düşük değer 252,5±1,84 ile G3 grubunda belirlenmiştir. PUFA içerisinde en yüksek miktarların, genel olarak bitkisel yağlarda yüksek olarak bulunan 18:2n-6 yağ asidinde olduğu görülmüştür. Yağ asidi analizleri sonucunda toplam n-3 serisi ($\Sigma n3$) gruplar arasında mg/g bakımında en yüksek değerlere sırasıyla 156,1±1,09 ile G1 ve 156,4±1,42 ile G4 gruplarında gözlemlenirken, en düşük değer ise 115,7±1,31 ile G3 grubunda olduğu saptanmıştır. Aynı analizler doğrultusunda toplam n-6 serisi ($\Sigma n6$) gruplar arasında en yüksek mg/g değeri 171,0±1,32 ile G6 grubunda olduğu, en düşük değer ise 117,9±1,17 değere sahip

olan G1 grubunda gözlemlenmiştir. $\Sigma n3/\Sigma n6$ oranlarında hem mg/g hem de yüzde olarak gruplar arasında en yüksek değerin $1,3\pm0,08$ değer ile G1 ve $1,2\pm0,05$ G4 gruplarında olduğu buna karşın diğer 4 grup arasında istatistiki farkın olmadığı görülmüştür. EPA/DHA oranı mg/g olarak gruplar arasında farklılığın olmadığı görülmüştür ($p<0,05$). EPA+DHA değerleri mg/g olarak gruplar arasında istatistiki bir farkın olduğu görülmüştür ($p<0,05$). En yüksek EPA+DHA değeri $121\pm1,14$ ile G1 grubunda gözlemlenirken, bu grubu $90,6\pm0,99$ değere sahip G4 grubu izlemiştir. En düşük EPA+DHA değerine ise $56,4\pm0,57$ ile G5 ve $62,3\pm0,84$ ile G6 gruplarında rastlanmıştır.

Çizelge 4.14. Avrupa Levrek Balığı 0-60 Gün Aralığında Grupların Fileto Yağ Asitleri (mg/g)

Yağ asitleri	EPA+DHA	EPA/DHA	n3/n6	Σn6	Σn3	ΣPUFA	ΣMUFA	ΣSFA
Başlangıç	104,8±1,08	0,34±0,08	1,0±0,05	140,8±0,98	137,5±1,14	278,3±1,64	232,6±1,28	244,2±1,58
G1	121,6±1,14 ^a	0,34±0,04	1,3±0,08	117,9±1,17 ^e	156,1±1,09 ^a	274,0±1,72 ^{bc}	241,3±1,52 ^d	245,6±1,28 ^a
G2	88,5±0,98 ^{bc}	0,40±0,06	0,9±0,05	134,1±1,08 ^{cd}	124,5±1,28 ^c	258,6±1,82 ^d	315,5±2,04 ^a	220,3±1,67 ^{bc}
G3	81,7±0,87 ^c	0,38±0,05	0,8±0,04	136,8±0,97 ^c	115,7±1,31 ^d	252,5±1,84 ^{de}	262,3±1,85 ^c	203,4±1,54 ^d
G4	90,6±0,99 ^b	0,38±0,07	1,2±0,05	130,5±1,45 ^d	156,4±1,42 ^a	286,8±1,28 ^b	252,0±1,28 ^{cd}	221,1±1,93 ^{bc}
G5	56,4±0,57 ^e	0,41±0,05	0,9±0,05	141,2±1,01 ^b	126,1±1,18 ^c	267,3±1,37 ^c	297,3±1,37 ^b	197,0±1,82 ^c
G6	62,3±0,84 ^d	0,44±0,04	0,8±0,04	171,0±1,32 ^a	137,0±1,17 ^b	308,0±1,86 ^a	298,4±1,58 ^b	225,9±1,96 ^b

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

4.2.6. 0-60 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balığı İçin Sindirilebilirlik

Denemenin 0-60 gün sonunda yapılan 30 günlük sindirilebilirlik çalışması sonucunda veriler üzerinde yapılan analizlerde gruplar arasında istatistiksel farklılıkların ($p<0,05$), olduğu Çizelge 4.15.'de görülmüştür.

Çizelge 4.15. Deneme Sonu Avrupa Levrek Balığı İçin Sindirilebilirlik

Gruplar	Kurumadde	Protein	Lipit	Kül
G1	83,2±4,73 ^a	97,1±0,03 ^a	91,8±0,02 ^a	87,1±0,04 ^a
G2	77,7±4,01 ^b	92,4±0,16 ^{bc}	87,2±0,50 ^b	78,1±0,58 ^c
G3	76,7±3,10 ^b	96,7±0,08 ^a	89,9±0,62 ^{ab}	76,9±1,18 ^c
G4	78,5±2,12 ^b	94,5±0,06 ^b	88,9±0,79 ^{ab}	82,8±0,25 ^b
G5	60,1±5,30 ^c	90,6±0,03 ^c	86,0±0,01 ^b	62,5±0,46 ^d
G6	54,3±2,04 ^d	88,2±0,22 ^d	82,0±0,04 ^c	60,2±0,14 ^e

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Deneme sonunda yapılan analizler sonucunda, kuru madde sindiriminin en yüksek olduğu %83,2±4,73 ile G1 grubunda bulunurken en düşük değere %54,3±2,04 ile G6 grubunda olduğu bulunmuştur. Diğer deneme grupları %60,1±5,30 ile %78,5±2,12 değerleri arasında olduğu saptanmıştır.

Gruplar arasındaki protein sindirilebilirliği %96,7± 0,08 değere sahip olan G3 ile %97,1±0,03 değere sahip olan G1 gruplarında en yüksek protein sindirilebilirliğine rastlanmıştır. Buna karşın en düşük protein sindirimin ise %88,2±0,22 depere sahip G6 grubunda olduğu bulunmuştur ($p<0,05$).

Lipit sindirilebilirliği gruplar arasında istatistiksel farklılıkların olduğu görülmüştür($p<0,05$). Lipit sindirilebilirliğinin en yüksek olarak %91,8±0,02 değer ile G1 grubunda olduğunu, bu grubu 89,9±0,62 değere sahip G3 ile 88,9±0,79 değere sahip G4 gruplarının izlediği saptanmıştır. Lipit sindirilebilirliğinin en

düşük değerine ise $82,0 \pm 0,04$ değere sahip olan G6 grubunda olduğu görülmüştür ($p < 0,05$).

Gruplar arasında kül sindirilebilirliğinde istatistiksel farklılıkların olduğu, değerlerin en yüksek değere sahip G1 (%87,5) ile en düşük değere sahip G6 (%60,2) arasında olduğu ($p < 0,05$) bulunmuştur.

4.2.7. 60-90 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balığı İçin Büyüme Parametreleri

60 gün sonunda bütün deneme gruplarına %100 balık yağı bulunan yemleme sonunda 90. gün sonunda büyüme parametreleri Çizelge 4.16.'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Avrupa Levrek Balığı 60-90 Gün Aralığında Grupların Büyüme Parametreleri

Gruplar	BA ^a	FA ^b	CAK ^c	OGB ^d	SBO ^e	TBK ^f	KF ^g
G1	57,5±0,12	74,74±1,11 ^a	30,1±1,65 ^a	0,50±0,01 ^a	0,44±0,02 ^b	0,28±0,03	1,06±0,02
G2	55,1±0,18	69,35±1,08 ^c	25,8±1,68 ^{bc}	0,43±0,01 ^b	0,38±0,01 ^b	0,24±0,03	1,04±0,01
G3	56,4±1,12	71,37±1,12 ^b	26,5±0,99 ^b	0,44±0,02 ^b	1,37±0,03 ^a	0,25±0,01	1,05±0,02
G4	55,8±0,84	70,86±1,24 ^{bc}	27,0±0,98 ^b	0,45±0,01 ^b	0,40±0,01 ^b	0,25±0,02	1,05±0,01
G5	55,0±0,89	70,26±1,09 ^{bc}	27,7±0,65 ^{ab}	0,46±0,02 ^b	0,41±0,03 ^b	0,26±0,01	1,05±0,02
G6	57,3±0,63	72,71±0,99 ^b	26,9±1,01 ^b	0,45±0,02 ^b	0,40±0,02 ^b	0,26±0,01	1,06±0,02

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

*****Başlangıç Kondisyon Faktörü(1,35±0,04)**

^a BA: Başlangıç Ağırlığı (g)

^b FA: Final Ağırlığı (g)

^c Canlı Ağırlık Kazancı % = (Final Ağırlığı- Başlangıç Ağırlığı)/(Başlangıç Ağırlığı) ×100, (Turchini ve ark., 2011).

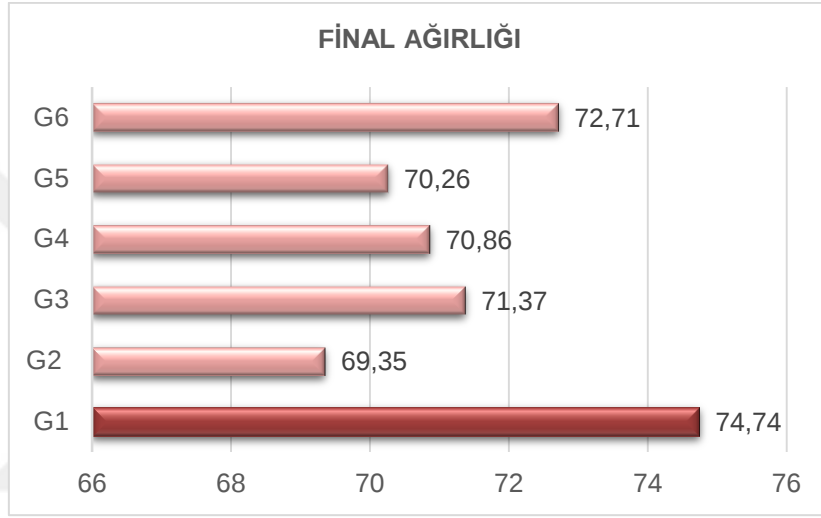
^d Ortalama Günlük Büyüme (%/gün)= ((Ağırlık Kazancı %)/ gün sayısı), (Turchini ve ark., 2011).

^e Spesifik Büyüme Oranı (SBO) = (ln Son ağırlık- ln Başlangıç ağırlığı) / gün sayısı ×100, (Company ve ark., 1999).

^f Termal Büyüme Katsayısı (TBK)=(((Son ağırlık/1/3 -Başlangıç ağırlığı/1/3)/ ortalama sıcaklık)*1000), (Turchini ve ark., 2011).

^g Kondisyon Faktörü (KF) = 100*(Balık ağırlığı(g))/(Balık Boyu(cm))³, (Turchini ve ark., 2011).

Araştırmanın 60-90 gün sonunda (geri besleme dönemi) yapılan hesaplamalarda, FA değerlerinde gruplar arasında istatistiksel açıdan fark bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek FA, G1 ($74,7\pm1,11$) grubunda bulunurken, bu grubu sırasıyla G3 ($71,4\pm1,12$) ve G6($72,7\pm0,99$) gruplarının izlediği ve en düşük FA ise G2 ($69,4\pm1,08$) grubunda olduğu görülmüştür (Şekil 4.11.)



Şekil 4.11. Deneme Sonu Avrupa Levrek Balığı İçin Final Ağırlığı (60-90 gün)

SBO, geri besleme dönemi sonunda gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$). En yüksek SBO $1,37\pm0,03$ ile G3 grubunda bulunurken, diğer beş grup arasında istatistiksel farkların olmadığı ve $0,38\pm0,01$ ile $0,44\pm0,02$ değerleri arasında olduğu saptanmıştır.

Geri besleme dönemi sonunda, CAK değerleri, gruplar arasında farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$). Alınan verilerin hesaplanması sonucunda en iyi canlı ağırlık kazancı $30,1\pm1,65$ değere sahip olan G1 grubunda olduğu diğer deneme gruplarının bu grubu izlediği, en düşük değer ise G2 ($25,8\pm1,68$)'de olduğu gözlenmiştir.

Geri besleme dönemi (60-90 gün) sonunda yapılan hesaplamalarda, gruplar arasındaki OGB istatistiksel açıdan bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek OGB

0,50±0,0 değerine sahip olan G1 grubunda gözlenirken, diğer deneme grupları arasında istatistiksel farkların olmadığı ve 0,43 ile 0,46 değerler arasında olduğu görülmüştür.

60-90 gün sonunda TBK değeri gruplar arasında farklılık görülmemiştir ($p>0.05$). TBK 0,28± 0,03 değer ile 0,24± 0,03 değerler arasında olduğu görülmüştür.

Boy kilo indeksi olarak ifade edilen kondisyon faktör değeri geri besleme dönemi sonunda gruplar arasında farklılık olmadığı gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Kondisyon faktörü çalışma sonucunda, G1 (1,06± 0,02), G2 (1,04± 0,01), G3 (1,05± 0,02), G4 (1,05± 0,01), G5 (1,05±0,02) ve G6 (1,06±0,02) şeklinde bulunmuştur.

4.2.8. 60-90 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balığı İçin Yem Değerlendirme Parametreleri

Geri besleme dönemi sonunda yapılan analizler sonucunda yem çevirim oranı (YÇO), protein etkinlik oranı (PEO), lipit etkinlik oranı (LEO), net protein kullanımı (NPK), net lipit kullanımı (NLK), ekonomik çevirim oranı (EÇO) ve ekonomik karlılık indeksi (EKİ) değerleri çizelge 4.17. de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Avrupa Levrek Balığı 60-90 Gün Aralığında Grupların Yem Kullanımı Değerleri

Gruplar	YÇO ^a	PEO ^b	LEO ^c	NPK ^d	NLK ^e	EÇO ^f	EKI ^g
G1	1,29±0,09 ^b	0,50±0,07 ^a	1,17±0,11 ^a	14,5±0,99 ^d	47,1±1,01 ^a	20,71±0,99 ^b	1,66±0,03 ^a
G2	1,33±0,08 ^a	0,41±0,07 ^b	0,96±0,02 ^b	31,6±1,25 ^b	14,1±0,99 ^f	21,38±1,14 ^a	1,57±0,02 ^c
G3	1,32±0,04 ^a	0,43±0,05 ^b	1,01±0,21 ^b	33,9±1,15 ^b	30,9±0,99 ^c	21,15±0,98 ^a	1,61±0,05 ^b
G4	1,34±0,02 ^a	0,44±0,06 ^b	1,03±0,02 ^b	25,0±1,10 ^c	35,9±0,96 ^b	21,48±1,12 ^a	1,59±0,07 ^b
G5	1,30±0,03 ^{ab}	0,45±0,03 ^b	1,05±0,05 ^b	36,9±1,11 ^a	25,4±0,85 ^d	20,88±0,89 ^b	1,58±0,07 ^b
G6	1,29±0,02 ^b	0,43±0,02 ^b	1,01±0,03 ^b	23,5±0,99 ^c	18,8±0,99 ^e	20,71±0,45 ^b	1,64±0,04 ^a

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

^aYÇO: Yem Çevirim Oranı (YÇO) = Tüketilen yem miktarı (g) / canlı ağırlık kazancı (g) (Santinha ve ark., 1999).

^bProtein Etkinlik Oranı (PEO) = Canlı ağırlık kazancı (g) / protein alımı (g), (Skalli ve ark., 2004).

^cLipit Etkinlik Oranı (LEO) = Canlı ağırlık kazancı (g) / yağ alımı (g), (Turchini ve ark., 2011).

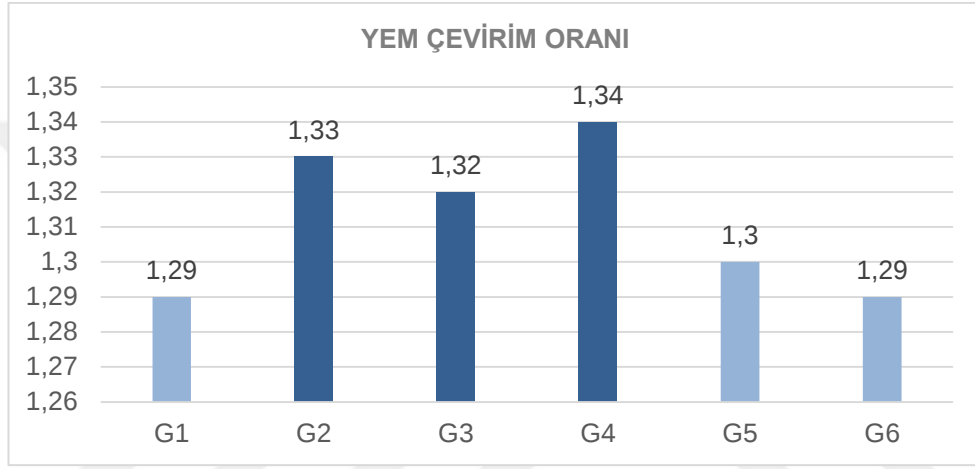
^dNet Protein Kullanımı (NPK) = [(Kazanılan vücut protein (g)) / Yemle alınan protein (g)] × 100 (Turchini ve ark., 2011).

^eNet Lipit Kullanımı (NLK) = [(Kazanılan vücut yağı (g)) / Yemle alınan yağ (g)] × 100 (Turchini ve ark., 2011).

^fEkonomik Çevirim Oranı(kg-1) (EÇO) = Tüketilen yem miktarı (kg) * yem fiyatı (kg) / canlı ağırlık kazancı (kg) (Lozano ve ark., 2007).

^gEkonomik Karlılık İndeksi (EKI) = Son ağırlık (kg) * balık fiyatı (kg) – EÇO * ağırlık kazancı (kg) (Lozano ve ark., 2007).

Yem çevrim oranlarının (YÇO) geri besleme dönemi sonunda gruplar arasında istatistiksel olarak fark gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$). YÇO değerlerinde en düşük seviye G6 ($1,29\pm0,0$) ve G1 ($1,29\pm0,09$) gruplarında gözlenirken, en yüksek sonuç $1,34\pm0,02$ değere sahip G4, $1,33\pm0,08$ değerine sahip G2 ve $1,32\pm0,04$ değerine sahip olan G3 gruplarında rastlanmıştır (Şekil 4.12.).



Şekil 4.12. Deneme Sonu Avrupa Levrek Balığı İçin Yem Çevirim Oranı (60- 90 gün)

Geri besleme dönemi sonucunda, elde edilen PEO değerleri, gruplar arasında farklılık göstermiştir ($p<0,05$). En yüksek değer $0,50\pm0,07$ ile G1 grubunda izlenirken, buna karşın diğer beş grup kendi aralarında istatistiki farkların olmadığı gözlemlenmiştir.

LEO ise PEO'na paralel bir şekil izlemiş ve $1,17\pm0,11$ değere sahip olan G1 grubunda en yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Diğer beş deneme grubu ise $0,96$ ile $1,05$ değerler arasında ve kendi içlerinde istatistiksel farklılıkların olmadığı saptanmıştır.

Araştırmanın geri besleme dönemi sonunda, elde edilen verilere göre NPK gruplar arasında istatistiksel fark saptanmış ($p<0,05$), en yüksek NPK $36,6\pm1,11$

değere sahip G5 grubunda elde edilirken, $14,5 \pm 0,99$ değere sahip G1 grubu en düşük NPK'na sahip olmuştur.

Geri besleme dönemi sonundaki verilere göre NLK değerlerinde istatistiksel fark saptanmış ($p < 0,05$), en yüksek NLK değeri $47,1 \pm 1,01$ ile G1 grubunda saptanmıştır. G2 grubuna ait NLK ise $14,1 \pm 0,99$ ile en düşük değere sahip olmuştur.

60-90 gün sonunda elde edilen veriler sonucunda EÇO gruplar arasında istatistiksel farkların olduğu gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Deneme grupları EÇO en yüksek değerlere G4($21,5 \pm 1,12$), G2 ($21,4 \pm 1,14$) ve G3 ($21,2 \pm 0,98$) gruplarında rastlanmış, diğer deneme gruplarının ($20,7-20,9$) bu üç grubu izlediği görülmüştür.

EKİ geri besleme dönemi sonunda hesaplandığında, gruplar arasında istatistiksel farklılıkların olduğu görülmüştür ($p < 0,05$), buna göre en yüksek değer $1,66 \pm 0,03$ ile G1 ve $1,64 \pm 0,04$ ile G6 gruplarında olduğu en düşük EKİ değeri ise $1,57 \pm 0,02$ ile G2 grubunda görülmüştür.

4.2.9. 60-90 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balığı İçin Besinsel Kompozisyon (%) ve Somatik İndeksler (%)

Denemenin 60-90 gün (geri besleme dönemi) sonunda alınan örneklerin analizleri sonucunda, tüm vücut nem yüzdesi incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel açıdan fark oluşmuştur ($p < 0,05$). En düşük nem $65,6 \pm 0,84$ ile G1'de gözlemlenirken ve diğer deneme grupları arasında istatistiksel farklılıkların olmadığı ve bütün deneme grupların G1'den yüksek olduğu görülmüştür. Ham kül analizlerinde de istatistiksel açıdan fark bulunurken ($p < 0,05$), en yüksek kül içeriği $2,8 \pm 0,24$ değere sahip olan G6'ta gözlenirken, en düşük ham kül değerine G1 ($2,21 \pm 0,16$) grubunda rastlanmıştır. (Çizelge 4.18.)

Denemenin geri besleme dönemi sonunda, tüm vücut protein kompozisyonu gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar göstermiştir ($p < 0,05$). Ham protein oranı $\%19,3 \pm 0,47$ değere sahip olan G2 grubu diğer gruplara göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Diğer

gruplarda protein oranı sırasıyla %18,9±0,18 (G5), %18,7±0,24 (G4), %18,2±0,28 (G3), %17,8±0,31 (G1) ve %17,6±0,10 (G6) olarak saptanmıştır.

Denemenin 60-90 gün sonucunda yapılan analiz sonuçlarından elde edilen verilerde lipit miktarları gruplar arasında istatistiksel fark saptanmış ($p<0,05$), en yüksek lipit değeri 10,1±0,17 ile G3 grubunda elde edilmiştir. G6 grubuna ait lipit oranı 6,3±0,12 en düşük değere sahip olmuştur. Araştırmadaki diğer gruplar ise istatistiksel olarak benzer sonuçlar saptanmıştır (Çizelge 4.18.).

Denemenin geri besleme sonunda hesaplanan KSİ, VSİ ve TY değerleri çizelge 4.19.'de verilmiştir. KSİ ve VSİ bakımından gruplar arasında istatistiksel açıdan fark bulunmuştur ($p<0,05$). KSİ değerinin en yüksek değere 2,46±0,35 ile G1 grubunda olduğu tespit edilmiş, bu karşın en düşük değere 2,16±0,54 ile G3 grubunda olduğu gözlemlenmiştir. VSİ değerlerine bakıldığında en yüksek değer G5 (3,42±0,54) grubunda görüldüğü, buna karşın en düşük değerin ise G6 (2,44±0,34) grubunda olduğu izlenmiştir. TY değerlerinde de gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılık saptanmış ($p<0,05$) olup, toplam yağ değerleri, en yüksek 4,39±0,84 değerine sahip olan G1 grubunda gözlenirken, en düşük TY değerinin 3,67±0,88 ile G5 grubunda olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.18. Avrupa Levrek Balığı 60-90 Gün Aralığında Grupların Besinsel Kompozisyon Değerleri (%)

Gruplar	Protein		Yağ		Nem		Kül	
	60. Gün	90. Gün	60. Gün	90. Gün	60. Gün	90. Gün	60. Gün	90. Gün
G1	20,5±0,49	17,8±0,31 ^c	5,95±0,09	7,46±0,09 ^d	71,17±0,95	65,61±0,84 ^b	1,92±0,07	2,21±0,16 ^d
G2	19,1±0,98	19,3±0,47 ^a	11,27±0,12	8,73±0,14 ^c	66,77±0,66	70,17±0,24 ^a	1,38±0,08	2,41±0,45 ^b
G3	17,4±0,45	18,2±0,28 ^b	10,58±0,13	10,14±0,17 ^a	67,41±0,37	70,79±0,75 ^a	2,39±0,12	2,44±0,09 ^b
G4	19,4±0,51	18,7±0,24 ^{ab}	8,85±0,21	9,06±0,21 ^b	69,42±0,43	70,74±0,66 ^a	2,64±0,08	2,31±0,21 ^c
G5	17,8±0,94	18,9±0,18 ^{ab}	9,47±0,19	8,89±0,09 ^c	68,17±0,25	70,94±0,85 ^a	2,69±0,08	2,63±0,17 ^b
G6	18,3±0,68	17,6±0,10 ^c	10,02±0,32	6,28±0,12 ^e	67,83±0,17	69,99±0,82 ^a	2,76±0,09	2,81±0,24 ^a

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

Çizelge 4.19. Avrupa Levrek Balığı 60-90 Gün Aralığında Grupların Somatik İndeks Değerleri (%)

Gruplar	VSI ^a		KSI ^b		TY ^c	
	60. Gün	90. Gün	60. Gün	90. Gün	60. Gün	90. Gün
G1	2,33±0,41	2,78±0,44 ^b	2,07±0,40	2,46±0,35 ^a	4,73±0,96	4,39±0,84 ^a
G2	2,82±0,82	2,67±0,52 ^b	2,03±0,19	2,30±0,17 ^{bc}	4,96±0,92	3,94±0,99 ^b
G3	2,56±0,57	2,64±0,85 ^{bc}	2,32±0,43	2,16±0,54 ^c	5,67±0,81	4,05±0,85 ^{ab}
G4	2,82±0,80	2,74±0,45 ^b	2,23±0,91	2,35±0,33 ^b	4,70±1,10	4,00±0,92 ^{ab}
G5	2,59±0,36	3,42±0,54 ^a	2,24±0,93	2,36±0,58 ^b	5,48±0,96	3,67±0,88 ^c
G6	2,38±0,38	2,44±0,34 ^c	2,38±0,39	2,29±0,42 ^{bc}	5,50±0,88	3,86±0,82 ^{bc}

Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).

^aViseral Somatik İndeks (%) (VSI) = (Tüm iç organ ağırlığı (g) / balık ağırlığı × 100(g)), (Company ve ark., 1999).

^bKaraciğer Somatik İndeks (%) (KSI) = (Karaciğer ağırlığı (g) / balık ağırlığı × 100 (g)), (Company ve ark., 1999).

^cToplam Yağ (%) (TY) = (Periviseral yağ (%) + Peritoneal yağ (%)), (Fountoulaki ve ark, 2009).

4.2.10. 60-90 Gün Aralığında Avrupa Levrek Balığı İçin Yağ Asidi Profili

Deneme sonunda alınan örnekler ile yapılan tüm vücut yağ asit analizleri sonucunda, elde edilen yağ asidi verilerinin bir kısmı Çizelge 4.20.'de ve detaylı mg/g değerleri Ek-8'de, yüze olarak veriler Ek-9'da değerlendirilmiştir. SFA, MUFA ve PUFA bakımında istatistiksel olarak farklılıkların olduğu görülmüştür. Sonuçlarda SFA'lara bakıldığında mg/g olarak en yüksek değerlerin G1(258,0±2,72) ile G2 (257,3±1,52) gruplarında olduğu, buna karşın en düşük değerlerin G4 (213,0±1,08) grubunda olduğu görülmüştür. Yağ asitleri profilleri incelendiğinde, SFA'ların miktar olarak büyük bir bölümünü C16:0 grubu yağ asidinin oluşturduğu ve ardından C14:0 grubu yağ asidinin geldiği görülmüştür. Tekli doymamış yağ asitlerinin mg/g miktarları bakımından gruplar arasında istatistiksel farklılığın olduğu ($p<0,05$), en yüksek miktarların 303,3±2,24 değere sahip olan G5 grubunda olduğu gözlenmiştir. Buna karşın en düşük tekli doymamış yağ asidi grubunun mg/g cinsinden 247,3±2,01 değere sahip G4 ve 251,7±2,02 değere sahip olan G1 gruplarında gözlemlenmiştir. MUFA'lar içinde miktar olarak en fazla değere 18:1n-9 yağ asidinin sahip olduğu ve en yüksek değerin 32,5±0,61 ile G5 grubunda gözlemlendiği, en düşük MUFA'nın 24:1n-9 yağ asidinin olduğu ve bunu en yüksek değeri 1,0±0,05 ile G2 grubunda olduğu belirlenmiştir. Çoklu doymamış yağ asit profillerinde mg/g olarak gruplar arasında en yüksek değerlerin 316,6±2,18 ile G6 ve 315,3±2,54 değere sahip G2 gruplarında görüldüğü buna karşın en düşük değer 267,5±1,26 ile G3'de belirlenmiştir. PUFA içerisinde en yüksek miktarların, bitkisel yağlarda yüksek olarak bulunan 18:2n-6 yağ asidinde olduğu bulunmuştur. Yağ analizleri sonucunda toplam n-3 serisi ($\Sigma n3$) gruplar arasında mg/g bakımında en yüksek değerin 176,2±1,24 ile G1 grubunda görülürken, en düşük değerlerin 144,0±0,96 ile G3 grubunda olduğu saptanmıştır. Toplam n-6 serisi ($\Sigma n6$) gruplar arasında en yüksek mg/g değeri 155,4±1,08 ile G1 ve 151,9±1,14 değere sahip G6 gruplarında olduğu belirlenmiştir. $\Sigma n3/\Sigma n6$ oranlarında mg/g olarak gruplar arasında en yüksek değerin 1,6±0,05 ile G1 grubunda olduğu buna karşın diğer 5 grubun bu grubu takip ettiği görülmüştür.

EPA/DHA oranı mg/g olarak bakıldığında, gruplar arasında farklılığın olmadığı ve grupların 0,35 ile 0,34 arasında olduğu görülmüştür. EPA+DHA değerleri ise mg/g olarak gruplar arasında istatistiki bir farkın olduğu görülmüştür ($p<0,05$). En yüksek EPA+DHA değeri $138,7\pm1,25$ ile G1 grubunda gözlemlenirken, bu grubu $120,7\pm1,06$ değere sahip G2 grubu izlenmiştir. En düşük EPA+DHA değerine ise $86,7\pm0,83$ ile G5 grubunda rastlanmıştır.



Çizelge 4.20. Avrupa Levrek Balığı 60-90 Gün Aralığında Grupların Fileto yağ asitleri (mg/g)

Yağ asitleri	EPA+DHA	EPA/DHA	n3/n6	Σn6	Σn3	ΣPUFA	ΣMUFA	ΣSFA
G1	138,7±1,25 ^a	0,34±0,05	1,6±0,05	112,8±0,99 ^d	176,2±1,24 ^a	289,0±1,52 ^b	251,7±2,02 ^d	258,0±2,72 ^a
G2	120,7±1,08 ^b	0,35±0,08	1,0±0,04	155,4±1,08 ^a	159,9±1,31 ^{bc}	315,3±2,54 ^a	289,8±2,45 ^b	257,3±1,52 ^a
G3	107,7±1,12 ^c	0,34±0,04	1,2±0,09	123,5±1,21 ^c	144,0±0,96 ^e	267,5±1,26 ^c	288,8±1,96 ^b	215,8±1,23 ^{cd}
G4	94,3±0,99 ^d	0,35±0,05	1,3±0,04	122,7±1,65 ^c	154,2±1,27 ^d	276,9±1,37 ^{bc}	247,3±2,01 ^d	213,0±1,08 ^d
G5	86,7±0,83 ^e	0,35±0,04	1,2±0,06	134,9±0,94 ^b	158,1±1,34 ^c	293,0±1,14 ^b	303,3±2,24 ^a	219,2±1,14 ^c
G6	92,8±0,10 ^d	0,33±0,03	1,1±0,04	151,9±1,14 ^a	164,8±2,08 ^b	316,6±2,18 ^a	269,4±1,93 ^c	234,2±2,04 ^b
Her değer bir ortalama ± standart sapmayı ifade etmektedir (n=3). Her satır için farklı harflerle ifade edilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0,05).								



5. TARTIŞMA

5.1. Çipura (*Sparus aurata*) Denemesi

Yapmış olduğumuz bu çalışma, kış koşullarında su sıcaklığının ortalama $15,6\pm0,50$ °C olduğu şartlarda gerçekleşmiştir. Kış döneminde su sıcaklığına bağlı olarak balıkların birçok türünde metabolizmanın azalmasından kaynaklı büyüme oranında düşüşlerin gerçekleştiği ve hatta çoğu balık türünde ağırlık kaybının meydana geldiği bildirilmiştir (Dobsen ve Holmes, 1984; Gall ve ark., 1992). Büyüme, canlılarda genel olarak boy ve ağırlık olarak ifade edilse de balıklar için büyüme ifadesi genellikle balığın ağırlık kazancı ile değerlendirilmektedir. Balıklarda vücut ağırlığı kazancının olabilmesi için, balığın enerji gereksiniminin tam anlamıyla ve dengeli bir şekilde karşılanması gerekmektedir (Hoşsu ve ark., 2003). Balıklar ihtiyaç duydukları enerjiyi birincil olarak aldıkları besinlerin içerdiği yağlar ile karşılamaktadırlar. Yetiştiricilik koşullarında iyi bir büyüme dengeli hazırlanmış bir rasyon ile mümkün olmaktadır. Dengeli bir rasyonun olmazsa olmazı, içerisine eklenen yağ ve proteinden geçmektedir. Rasyon içine eklenen yağ kaynağının balıklardan elde edildiği bilinmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, doğal stokların hızlı bir şekilde azaldığını göstermektedir (Francis ve ark., 2006; Tacon ve Metian, 2008; Turchini ve ark., 2009; De Silva ve ark., 2010; Glencross ve Turchini, 2011). TÜİK 2021 ve FAO 2020 verilerine dayanarak, hızlı bir ivme ile büyüme gösteren su ürünleri sektöründe en büyük sorunun yem hammaddelerinin (özellikle protein ve lipit kaynakları) olduğu ve bu sorunu ortadan kaldırmak için alternatif yöntemlerden biri, bitkisel yağlar kullanılmasıdır. Balık rasyonlarında kullanılacak olan yağların yağ asidi profilinin, balıkların doğal ortamda tükettikleri denizel besinlerin içerdiği yağ asidi profiline yakın olması gerekmektedir (Paratoomyot, 2010). Yaptığımız bu çalışma ile balık yağı yerine geçebilecek bitkisel yağ kaynaklarından fındık yağı, yerfıstığı yağı ve keten tohumu yağının etkilerinin balık büyümede olumlu etkilerini ortaya koymuştur. Çalışma başında başlangıç ağırlıkları $33,50\pm0,5$ g olan çipura yavruları,

çalışma sonunda final ağırlıklarında istatistiksel farkların olduğu görülmektedir. Çalışma sonunda, final ağırlığının $100,16 \pm 0,96$ g değere sahip G6 (%50 yerfıstığı yağı + %50 keten tohumu yağı) grubunda diğer gruplara oran ile daha yüksek bulunmuştur. Çipura üzerine yapılan birçok çalışmada, araştırmacılar bitkisel yağların %80 oranında eklenebileceğini buna karşın balık yağına oranla iyi bir büyümenin %60 oranında bitkisel yağ eklenebileceğini savunmuşlardır (Torstensen ve ark., 2000; Parpoura ve ark., 2001; Bell ve ark., 2001; Figueiredo-Silva ve ark., 2005; Mourente ve Bell, 2006; Güler ve Yıldız, 2011; Eroldoğan ve ark., 2012; Tasbozan ve ark., 2015; Yıldız ve ark. 2018; Sanchez-moya ve ark., 2020). Sivriburun karagözlerde yapılan bir çalışmada ise %100 keten tohumu ve %100 soya fasulyesi yağı yerine tamamen bitkisel kaynaklı yağlarla hazırlanmış yemler ile beslenen bireylerin kontrol grubuna oranla daha iyi bir büyümenin olduğu bildirmişlerdir (Almaida-Pagan ve ark., 2007). Montero ve ark. (2008) çipuralarda, Turchini ve ark. (2009) alabalıklar üzerinde yaptıkları çalışmada, %100 keten tohumu yağı ile beslenen bireylerin kontrol grubuna yakın olduğu ve çalıştıkları bireylerin yemlerinde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada iki grubun %100 bitkisel yağlar ile yapıldığı, ancak en iyi büyümenin G6 (%50 YFY + %50 KTY) grubunda hazırlanan yemler ile beslenen grupta olduğu bulunmuştur. Buna karşın G3 (%50 BY + %50 YFY) ile G4 (50 BY + %50 FY) grup yemlerle beslenen bireylerin kontrol grubunun gerisinde kalması, yer fıstığı yağının önemini ortaya koymaktadır. Araştırmamızın bu çalışmasında hesaplanan canlı ağırlık kazancı, spesifik büyüme oranı, termal büyüme katsayısı gibi diğer büyüme parametreleri, final ağırlığına paralel bir profil göstermiş ve en iyi sonuçlara G6 grubunda olduğu bulunmuştur. Boy kilo indeksi olarak ifade edilen kondisyon faktörü, denemenin bu aşamasında grupların birbirlerine yakın çıktığı en düşük değere $1,67 \pm 0,02$ ile G4 grubunda olduğu bulunmuştur.

Yetiştiricilik koşullarındaki en büyük maliyet giderinin yem olduğu bilinmektedir. Bir büyüme rejiminde hazırlanan yemlerin balık açısından ne kadar verimli olduğu, yem çevirim oranıyla bulunmaktadır. Araştırmamızın bu

bölümünde hesaplanan yem çevirim oranlarının değer olarak birbirlerine yakın olduğu ancak istatiksel farklılıkların olduğu bulunmuştur. Yem çevirim oranı $1,21 \pm 0,7$ değerlerine sahip olan G1, G2 ve G6 gruplarında daha düşük olduğu, bu da verilen yemden balıkların daha iyi yararlandığını göstermektedir. Kesbiç (2015), karagöz balıklarında %50 yer fıstığının kontrol grubuna yakın olduğu, %100 yer fıstığı yağının kontrol grubundan daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Wassef (2015)'te çipura yemlerine %80 oranında yer fıstığı yağı eklenmesinin yem çevirimde daha düşük değerler elde edildiğini saptamıştır. Yaptığımız çalışmada, G3 (%50 YFY + %50 BY) ve G4 (50 BY + %50 FY) gruplarında olan yem çevirim oranı diğer deneme gruplarından istatistiki olarak daha yüksek çıkmıştır. G6 (%50 YFY + %50 KTY) grubunun kontrol grubuyla aynı olması, eklenen iki yağın ayrı ayrı olacak şekilde değil, birlikte kullanılmasının daha iyi sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

Protein etkinlik oranı balığın aldığı yem içerisinde bulunan protein miktarının canlı ağırlık kazancına oranı şeklinde ifade edilmektedir (Skalli ve ark., 2004). Net protein kullanımı balığın yem içerisinden aldığı protein miktarının, balığın kazandığı vücut protein oranını ifade etmektedir (Turchini ve ark., 2011). Hunt ve ark., (2004), soya yağının tamamen değişimiyle levrek üzerinde yapılan çalışmada, protein etkinlik oranının kontrol grubu ile aynı olduğunu bulmuşlardır. Çipuralarda yapılan bir diğer çalışmada %69 oranında balık yağı ile değiştirilen soya, kanola ve palmiye yağı hazırlanan yemlerle besleme yapılan deneme gruplarında, $1,02 \pm 0,03$ değere sahip olan palmiye grubunda protein etkinlik oranının daha iyi olduğunu bulmuşlardır (Fountoulaki ve ark., 2009). Benzer şekilde Tasbozan ve ark. (2015), SY, FY ve KAY tamamen balık yağı ile değiştirilmesiyle yaptıkları çalışmada, protein etkinlik oranlarında fındık ve kanola yağı ile hazırlanmış rasyonların kontrol grubundan daha yüksek olduğu, net protein kullanımının ise soya yağı ve kanola yağı gruplarının kontrol grubundan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda $1,85 \pm 0,01$ değerine sahip olan G1 ve G6 grupların protein etkinlik oranları diğer çalışma grupları arasında istatiksel olarak

daha iyi olduğu ve yapılan çalışmalarla benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Buna karşın net protein kullanımı ise $31,6 \pm 0,85$ değere sahip olan G5 grubu diğer deneme gruplarından yüksek olduğu görülmektedir.

Protein etkinlik oranının G1 ve G2 gruplarında yüksek olması, net protein kullanımının G5 grubunda yüksek olması, yem içerisine eklenen yağ kaynağının balıklar tarafından enerji olarak kullanılmasından yeterli olduğu ve bundan dolayı yemde bulunan protein miktarının iyi bir şekilde canlı ağırlığa çevirdiğini görülmektedir. Diğer yandan, net protein kullanımında ise G5 grubunda yem içerisinde bulunan protein miktarını enerji ve büyümeden farklı olarak balığın kendi vücut proteine dönüştürdüğü ortaya koymaktadır.

Lipit etkinlik oranı yem içerisinde bulunan yağ miktarının yemi tüketen balığın ağırlık kazancına oranı şeklinde ifade edilmektedir (Turchini ve ark., 2011). Aynı şekilde net lipit kullanımı ise yem ile alınan yağın balığın vücut yağına dönüştürme oranı olarak ifade edilmektedir (Turchini ve ark., 2011). Yapılan benzer bitkisel yağ çalışmalarında (Tasbozan ve ark., 2015) tamamen kanola yağı ile değiştirilmiş yemlerle beslenen sargozlarda en iyi lipit etkinlik oranı ve net lipit kullanımının diğer gruplardan daha yüksek olduğunu bildirilmiştir. Çalışmamızda net lipit kullanımının $63,3 \pm 0,89$ orana sahip olan G3 grubunda olduğu ve lipit etkinlik oranının ise en yüksek G1 ve G6 gruplarında olduğu görülmektedir. Düşük su sıcaklığında balıkların bu yem gruplarını daha etkili enerjiye dönüştürdüklerini, tükettikleri yemin içerisinde hayatta kalmak için kullandıkları yağ miktarının geri kalanını büyümeye ve vücut yağı olarak depoladıklarını göstermektedir. Bu sonuç, yemlere eklenen yağların yağ asitlerinin düşük sıcaklıklarda bu yem grubunda etkili kullandığını düşündürmektedir.

Ekonomik çevirim oranı, tüketilen yemin fiyatının canlı ağırlık oranına dönüşümü olarak, ekonomik karlılık indeksi ise elde edilen balığın fiyatı ile ekonomik çevirim oranının farkı olarak ifade edilmektedir (Lozano ve ark., 2007). Yapılan birçok çalışmada (Marinez-Llorens, 2007; Lozano ve ark., 2007; Hernandez ve ark., 2007; Eroldoğan ve ark., 2008; Aderolu ve ark., 2009; Dikel ve

ark., 2010), birinci olarak deneme yemlerine bitkisel yağ ve protein kaynakların eklenmesi ikinci olarak ise döngülü açlık rejimlerinin kullanılması EKO ve EKİ değerlerinde olumlu sonuçların olduğunu söylemişlerdir. Çalışmamızda ekonomik çevirim oranının G4 grubunda en yüksek, diğer deneme gruplarında ise aralarında istatistiki farkların olmadığı bulunmuştur. Bunun temel nedeni yem çevirim oranının bahsedilen grupta diğer deneme gruplarından yüksek olduğu ve yem giderlerinin bu grup için daha fazla olduğunu göstermektedir. Ekonomik karlılık indeksi ise G1 ve G6 gruplarında daha iyi oranda bulunmuştur. Bu iki grup indeksin daha iyi çıkması bu gruplarda hesaplanan yem çevirim oranlarının daha düşük çıkması ile yorumlanmaktadır.

Çalışmamız sonunda alınan tüm vücut ve fileto örneklerinin protein, yağ, nem ve kül miktarlarında gruplar arasında farklılıklar bulunmuştur. Bitkisel yağlar ile yapılan çalışmalarda, tüm vücut protein miktarının kısmen değiştiğini ya da tüm gruplarda istatistiki farklılıkların olmadığı belirtilmiştir (Piedecause ve ark., 2007; Fountoulaki ve ark., 2009; Turchini ve ark., 2009; Tasbozan ve ark., 2013; Tasbozan ve ark., 2014; Arslan ve ark., 2012; Tasbozan ve ark., 2015; Eroldoğan ve ark., 2018; Yıldız ve ark., 2018; Ofori-Mensah ve ark., 2020). Tüm vücuttaki protein miktarı G5 ($18,1 \pm 0,80$) ve G4 ($18,1 \pm 0,79$) grup bireylerinde diğer gruplara göre daha yüksek çıkmıştır. Öte yandan diğer deneme gruplarının, bu iki grubunu takip ettiği görülmüştür. Bunun sebebi, düzgün bir beslemeye alınan balıkların dokularında protein biriktirmesi, vücut organlarında bulunan yağlarını kullanarak enerji sağlamasıyla ilişkilidir (Wing ve ark., 2000). Çalışmamızda G4 ve G5 gruplarında vücut proteinlerinin kontrol grubu ve diğer gruplara oranla yüksek çıkması bu grup bireylerin enerji karaciğer ve diğer iç organlarında bulunan yağlar ile karşılayabildiğini düşündürmektedir. Tüm vücut yağ miktarı bitkisel yağlar ile yapılan çalışmalara paralellik göstermektedir. Araştırmamızda gruplar arasında en düşük değerlere G4 ve G6 gruplarında görülmektedir. Bu gruplardaki bireylerin yem içerisinde bulunan yağ miktarını bir kısmını vücutlarında

depoladıkları bir kısmını ise büyüme ve enerjide diğer deneme gruplarına göre daha fazla kullandıkları ile açıklanabilir.

Karaciğer kütesinin artması olarak tanımlanabilen KSİ, üreme dönemi hariç balığın diğer dönemleri boyunca enerjinin karaciğere düşen kısmını görmemize yardımcı olur (Nunes ve Hartz, 2001). Balıklar enerjiyi kas dokularında depolamaktadır, ancak enerji fazla olduğu zaman vücut tarafından karaciğerde glikojen olarak depolanmaktadır. Bu sebepten dolayı karaciğerin oransal büyüklüğü beslenme durumu ile büyüme hızının bir indeksi olarak görülmektedir (Halver ve Hardy, 2002). Karaciğer yağlanması balıkların tükettiği yem içerisinde PUFA'ların miktarlarının düşme veya bitkisel yağların miktarsal olarak yem içerisinde artışından etkilendiği bildirilmiştir (Montero ve Izquierdo, 2010). Yapılan çalışmalarda bitkisel yağlar ile uzun süre beslenen bazı denizel türlerde karaciğerde ağırlık artışı gözlenmiştir (Caballero ve ark., 2004; Benedito-Palos ve ark., 2007; Piedecausa ve ark., 2007; Leaver ve ark., 2008; Yıldız ve ark., 2008; Turchini ve ark., 2011). Buna karşın, bazı araştırmacılar çalışmalarında karaciğer ağırlığında bir değişiklik olmadığı rapor etmişlerdir (Bell ve ark., 1993; Tocher ve ark., 2000; Rollin ve ark., 2003; Torstensen ve ark., 2005; Brown ve ark., 2010). Yukarıda verilen bazı çalışmalara benzer olarak, bizim çalışmamızda KSİ değerinin gruplar arasında en yüksek değere G6 grubunda rastlandığı, bu durumun da aynı grup bireylerinin tüm vücut yağ miktarının düşük olmasının enerjiyi dokularda bulundurdıkları yağlardan karşıladıklarını göstermektedir. Viseral Somatik İndeks (VSI), iç organların ağırlığının tüm vücut ağırlığına oranıdır (Company ve ark., 1999). Genellikle verilen besinin viseral organlar üzerine etkisini saptamak için kullanılır (Chang ve ark., 2005). Çalışmamıza ait VSI değerleri gruplar arasında farklılıkların olduğu en düşük VSI değeri G3 grubunda görülmüştür. Bu sonuç bize balıkların tükettiği yemlerin, balıkların kondisyon faktörü ve aynı zamanda viseral organlar içerisinde depoladıkları yağ miktarının önemini göstermektedir. Toplam yağ miktarı en yüksek olduğu grupların G5 ve G6 olduğu, toplam yağ miktarının bu iki grupta diğer deneme gruplarına göre yüksek

çıkması, aldıkları yemin bir kısmını büyüme ve enerjide kullanırken bir kısmını ise vücut boşluğunda ve organ etrafında yağ olarak depoladıklarını göstermektedir.

Bitkisel yağlar içerisinde yüksek miktarlarda bulunan palmitik asit (PA, 16:0), oleik asit (OA, 18:1n-9), linoleik asit (LA, 18:2n-6) ve α -linolenik asit (ALA, 18:3n-3) gibi yağ asitlerinin farklı bitkisel yağlarda baskın olduğu bilinmektedir (Ofori-Mensah ve ark., 2020). Su ürünleri yetiştiriciliğinde yemlere eklenen bitkisel yağlar n-3 serisi ve 18C atomunu içeren çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) açısından zengin kaynaklardır (Tocher ve ark., 2010). Keten tohumu yağı, n-3 PUFA açısından zengin olduğu bilinen bitkisel yağlar arasındadır. Bitkisel yağlarda bulunan ALA yağ asidi salmonidlerde daha sonra yüksek oranda doymamış yağ asitlerine (HUFA, $C \geq 20$, $n \geq 3$) biyo dönüşüm potansiyeline sahiptir (Seierstad ve ark., 2005). Ancak Sargent ve ark., (2002) genel olarak deniz balıklarının n-3 HUFA'ları özellikle EPA ve DHA yağ asitlerine yüksek gereksinimlerinin olduğunu ve deniz balıklarının C-18 doymamış yağ asitlerini uzun zincirli C-20 ve C-22 yağ asitlerine dönüştürme yeteneklerinin yetersiz olduğu bu sebepten yemlerinde bitkisel yağlar kullanılırken n-3 HUFA'lardan EPA ve DHA miktarlarının dikkate alınması gerektiğini belirtmiştir. Yetiştiricilik koşullarında hazırlanan yemlerin yağ asitlerinin dengesizliği balıklarda stres direncini değiştirebileceği ve immün sistemin zayıflayacağı, bunun sonucunda balıkların hastalık etkenlerine karşı koyamayacağı bilinmektedir (Kiron ve ark., 1995; Montero ve ark., 2003).

Çipura dünya üzerinde yetiştiriciliği yaygın şekilde yapılan bir türdür. Bu balığın büyüme ve gelişiminde kullanılacak yemlerin yağ asitleri (özellikle EPA ve DHA) gereksinimleri hakkında birçok çalışma yapılmakta ve ortaya konmaktadır. Genç çipura bireylerinin bireyler için kuru madde düzeyinde EPA miktarı %0,7 ve DHA miktarı ise %0,6 seviyelerinde olduğu tahmin edilmektedir (Ízquierdo, 2005). Başka çalışmalarda ise çipuraların n-3 HUFA ihtiyaçları kuru madde üzerinde yaklaşık %0,9 ile %1,9 arasında olması gerektiğini ayrıca DHA/EPA oranının ise

0,5 ile 1 arasında olması gerektiğini savunmuşlardır (Kalogeropoulos ve ark., 1992; İbeas ve ark., 1994; İzquierdo, 2005; Tocher, 2010; Houston ve ark., 2017).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde balıklarda kullanılan yemlerin yağ asit profili, balık etinde bulunan yağ asidi profilini yansıtmaktadır (Bell ve ark., 2001; İzquierdo ve ark., 2003; Montero ve ark., 2005; Torstensen ve ark., 2005; Mørkøre ve ark., 2007; Fountoulaki ve ark., 2009; Benedito-Palos ve ark., 2014).

Bitkisel yağlar ile yapılan çalışmalarda olduğu gibi, çalışmamızda kullandığımız yemlerin yağ asidi profili, eklenen bitkisel yağların artması ile özellikle linoleik asit (LA, 18:2n-6) ve α -linolenik asit (ALA, 18:3n-3) gibi yağ asit miktarlarının artmıştır. EPA/DHA oranı yemin formülasyonu yapılırken yukarıdaki çalışmaların önerisi doğrultusunda bütün deneme diyetlerinin birbirine yakın olmasına dikkat edilmiş ve yem analizleri sonucunda ise bütün deneme yemlerinde bu oran 0,5'e yakın olduğu bulunmuştur. Araştırmacılar, araşidonik asit (ARA, 20:4n-6), diyet yemlerinde toplam yağ asitlerin %0,2 ile %11 arasında olması çipura yavrularının büyümesinde herhangi bir etkinin olmadığı (Fountoulaki ve ark., 2003), ARA eksikliğinde ise, büyümede gerilemenin hatta yokluğunda larvalarda ölüme sebebiyet verildiğini bildirmişlerdir (Atalah ve ark., 2011). Yemlere bitkisel kaynaklı yağ ilavesi ile özellikle EPA, ARA ve DHA seviyelerinin bir çok çalışmada olduğu gibi (Montero ve ark., 2003; Seierstad ve ark., 2005; İzquierdo ve ark., 2005; Wassef ve ark., 2007; Wassef ve ark., 2009; Montero ve ark., 2008; Betancor ve ark., 2016; Houston ve ark., 2017; Magalhaes ve ark., 2020; Ofori-Mensah ve ark., 2020), bu çalışmada da düşük olması beklenen bir sonuç olarak karşımıza çıkmıştır.

Yapılan çalışmalara paralel, çalışmamızda kullandığımız yemlerin yağ asitlerinden EPA, ARA ve DHA'nın azalması, yemlere eklenen bitkisel yağlarda bulunan 18C atomu içeren n-3 serisi PUFA'ların artışı ile açıklanabilir.

Çalışmamızda kullandığımız yemlerin yağ asit içeriklerinde EPA ve DHA'nın kontrol grubu ile diğer gruplar arasında özellikle tamamen bitkisel yağların eklendiği gruplar arasında bariz bir düşüşün olduğu, bu düşüşün grup

bireylerin yağ asitleri profilinde de görülmesi beklenmiştir (Bell ve ark., 2001; Izquierdo ve ark., 2003; Montero ve ark., 2005; Torstensen ve ark., 2005; Morkore ve ark., 2007; Fountoulaki ve ark., 2009; Benedito-Palos ve ark., 2011), ancak bireylerin tüm vücut yağ asitlerinde bir düşüş gerçekleştiği buna karşın bu düşüşün yem içerisindeki farktan daha az olduğu görülmüştür. Bu durum bize yavru çipuraların ortalama 15 °C su sıcaklığında C-18 doymamış yağ asitlerini uzun zincirli C-20 ve C-22 yağ asitlerine kısmen de olsa dönüştürme yeteneklerinin olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca, yapılan diğer çalışmalarda olduğu gibi çipura (Izquierdo ve ark., 2003; Menoyo ve ark., 2004), levrek (Izquierdo ve ark., 2003; Montero ve ark., 2005; Eroldoğan ve ark., 2012) ve sargoz (Tasbozan ve ark., 2015) diyetlerde yüksek miktarlarda bulunan linoleik asit (LA, 18:2n-6) ve α -linolenik asit (ALA, 18:3n-3) asitlerinin balık tüm vücut yağ asidinde daha düşük çıkmasıyla açıklanabilir. Çipura yemlerine balık yağının yerine soya, kolza tohumu ve keten tohumu yağı eklendiğinde, EPA, DHA ve toplam n-3 LC-PUFA'nın kas ve karaciğer içeriğinde azalmalar gerçekleşmiştir (Izquierdo ve ark., 2003). Aynı şekilde, bitkisel yağ karışımının (kolza tohumu, keten tohumu ve hurma yağı) çipuralarda, %33, %66 ve %100 balık yağı ile değiştirilmesi, kas içerisinde EPA ve DHA içeriğinde azaldığını ifade edilmiştir (Benedito-Palos ve ark., 2008). Çalışmamızda yapılan analizler sonucu balık bireylerinin tüm vücut yağ asitlerinde EPA miktarı, $27,9 \pm 0,61$ mg/g değere sahip olan G1 grup bireylerinde görülürken buna karşın balık yağı eklenmeyen G5 ve gruplarında EPA değeri diğer deneme gruplarından daha düşük olduğu görülmüştür. Aynı şekilde en yüksek DHA seviyeleri EPA'da olduğu $91,1 \pm 1,17$ mg/g değere sahip G1 grubunda, buna karşın G5 grubuna ait $40,1 \pm 0,59$ mg/g ve G6 grubuna ait $39,8 \pm 0,37$ mg/g değerleriyle gruplar arasında en düşük seviyelerde gözlenmiştir. Bunun ana sebebi yem yağ asitlerinin vücut yağ asitlerine yansması olarak düşünülmektedir (Bell ve ark., 2001; Izquierdo ve ark., 2003; Montero ve ark., 2005; Torstensen ve ark., 2005; Morkore ve ark., 2007; Fountoulaki ve ark., 2009; Benedito-Palos ve ark., 2011). Deniz balıkları için diğer önem düzeyine sahip olan yağ asidi ARA'dır. Yem

içerisinde bulunan yağ asitlerinde G4 ($3,6 \pm 0,17$ mg/g) bulunan ARA balık yağı eklenen diğer gruplarda miktar olarak daha düşük olmasına karşın, balık vücut yağ asitlerinde tamamen balık yağı eklenmiş olan G1 ($3,8 \pm 0,64$ mg/g) grubu ile aralarında istatistiki farkın olmadığı ve diğer deneme bireylerinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu sonuç, net lipit kullanımının bu grubun diğer deneme gruplarından daha yüksek olduğundan ve keten tohumu yağının balıkların enzimlerinin ARA üzerinde bio dönüşümün olabileceğini düşündürmektedir. Palmitik asit (C16:0) önemli bir doymuş yağ asittir ve tamamen bitkisel yağ kullanılan G5 ve G6 gruplarının yemlerinde G1 grubu yemlerinde bulunan palmitik asit miktarında yüzdesel olarak yarısı kadar olmasına rağmen, ilginç bir şekilde G1 grup bireylerinin vücut yağ asitlerinde yemlerden daha düşük bulunmuştur. Buna karşın G5 ve G6 grup yemlerinde %10 seviyelerinde bulunan palmitik asidin birey vücut yağ asitlerinde %12'ye kadar yükseldiği görülmüştür. Aynı durum C18:0 teorik asitte de söz konusudur. Bu durum bu yağ asitlerin balık vücutlarında lipojenik aktivite (yağ oluşumuna sebep) ile ürettiklerini yansıtmaktadır (Dias ve ark., 1998; Skalli ve Robin, 2004; Tasbozan ve ark., 2015).

Yağ asitlerinde azalan n-6 serisi yağ asitlerine karşın, artan n-3 serisi yağ asitleri insan sağlığında bazı faydalar sayladığı bilinmektedir (Herold ve Kinsella, 1986; Hwang, 1989). Bu konu bizlere, n3/n6 miktarının ne kadar yüksek olursa o kadar iyi olacağını göstermektedir. Zengin n-6 serisi yağ asitleri içeren bitkisel kaynaklı yemler ile beslenen balıkların kas dokularındaki n-3 serisi yağ asitleri miktarının artan bitkisel yağ oranı ile önemli düzeyde azaldığı bilinmektedir (Sargent ve ark., 2002; Jobling, 2003; Regost ve ark., 2003; Torstensen ve ark., 2005; Turchini ve ark., 2009). Yukarıda bahsedilen birçok çalışmada, yemlere bitkisel yağ eklenmesi, bu oranın değiştiğini göstermiştir. Yaptığımız çalışmada, grupların n3/n6 miktarların da birçok yağ asidinde olduğu gibi, yemlerin yağ asidi profili balığa yansımaktadır. Deneme gruplar arasında bu oranın yüksek olduğu gruplara G1 ve G4'te olduğu görülmüştür. Bu sonuçlardan yola çıkarak G1 grubunun (tamamen balık yağı), G4 grubunda ise %50 balık yağı ve %50 keten

tohumu yağının kullanılması ve n3/n6 oranlarının her iki grupta aynı olması, keten tohumu yağı kullanımının, balık yağını karşıladığını göstermiştir.

Yem kullanımını belirlemede yem çevirim oranı dışında yemin sindirilebilirliği de önemli bir etkidir ve canlı tarafından sindirim sisteminin emilim yüzdesini belirlemektedir (Akiyama ve ark., 1989; Lin ve ark., 2004; Oujifard ve ark., 2012). Yemlerde bulunan besinlerin sindirilebilirliğinin ölçülmesi, yemin besin değerinin ilk göstergesi ve ilk adımı olarak önerilmektedir (Cho ve Kaushih, 1990). Sindirilebilirlik, sindirim sürecinin sonunda dışkıda tüketilmeyen ve tüketilen besin miktarının karşılaştırılmasıyla belirlenir. Hazırlanan bir yemin sindirilebilirliği, öncelikle kimyasal bileşimine ve beslenen türün sindirim yeteneklerine bağlıdır (Cho ve ark., 1982; McGoogan ve Reigh, 1996). Balıklarda yemlerle alınan yağların sindirimi ince bağırsakta başlar ve sindirim sıcaklık ve doymamışlık derecesi ile ilişkili olup ve lipidlerin akışkan olmaları sebebiyle su sıcaklığının artmasıyla sindirilebilirliğinin arttığını söylemişlerdir (Leger, 1985; Bell ve Koppe, 2010). Yağlardaki yağ asitlerinin C sayısı arttıkça erime noktası yükselir. Örneğin 4 C'lu doymuş yağ asidi olan bütirik asidin erime noktası -4 °C, 22 C'lu doymuş yağ asidi behenik asidin erime noktası 80 °C'dir. Çift bağ sayısı arttıkça erime noktası düşer. Örneğin 18 C'lu ve çift bağısız stearik asidin erime noktası 72 °C iken 18 C'lu 3 çift bağı α-linolenik asidin erime noktası -11 °C'dir (Taşan ve Dağoğlu, 2005). Çalışmamızda yapılan yemlerin yağ asit profilinde 3 çift bağlara sahip olan PUFA'ların SFA'lardan daha yüksek değerlerde olduğu ve yem içerisinde bulunan yağların erime noktalarının daha düşük değerlerde olduğunu göstermektedir. Farklı sıcaklıkta (11°C ve 6°C) atlantik salmonuyla yapılan bir çalışmada protein, lipid ve kuru madde sindirilebilirliğinin belirttikleri sıcaklıkta değişmediğini bildirmişlerdir (Ng ve ark., 2004). Su ürünlerinde yem girdileri azaltmak amacıyla, artan balık yağı ve unu talebinin yetersiz kalmasından kaynaklı bitkisel kökenli hammaddelere yönelim olmaktadır. Bitkisel kökenli yağların balık beslemesinde kullanımı, balıkların bağırsaklarının histolojik ve morfolojilerinde değişiklik göstermekte, bu yağ kaynaklarının sindirimini ve

emilimini etkilemektedir (Caballero ve ark., 2002). Karnivor türlerin yemlerine bitkisel yağ ve protein eklenmesi sindirilebilirliği azaltarak bağırsak fonksiyonlarını etkilediği özellikle ince bağırsak mukozasının epitelinde bulunan enterositlerin değişikliğine neden olmaktadır (Caballero ve ark., 2002; Sitja-Bobadilla ve ark., 2005; Francis ve ark., 2007; Geurden ve ark., 2009; Nayak, 2010; Perez ve ark., 2010; Estruch ve ark., 2015; Ringo ve ark., 2016; Egerton ve ark., 2018). Balık yağında bitkisel yağlara göre daha fazla miktarda doymamış yağ içermektedir, doymuş yağ asitlerin sindirilebilirliği yemdeki oranı ile değişmekte olup, oran arttıkça sindirilebilirliği azalmaktadır (Caballero ve ark., 2002; Ng ve Gibon, 2010). Tilapiya (*Oreochromis sp.*) bireylerinde balık yağının palmye yağı ile değiştirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, balık yağlı ile hazırlanan yemlerle beslenen bireyler ile palmye yağı ile hazırlanan yemler ile beslenen bireyler arasında kuru madde ve protein sindirilebilirliğinin aynı olduğunu ve sindirim üzerinde yemdeki yağ kaynaklarının bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir (Bahurmiz ve ark. 2007). Araştırmacılar Avrupa deniz levreği ve gökkuşağı alabalığı bireylerinde, balık yağını soya yağı ile değiştirdikleri yemlerle besledikleri bireylerin yemdeki görünür protein, yağ ve enerji sindirilebilirliğinin her iki tür içinde benzer düzeyde olduğunu bildirmişlerdir (Martins ve ark., 2006). Çalışmamızın sonucunda yapılan sindirilebilirlik sonuçlarda protein sindirimi yapılan çalışmalara paralel olarak % 93 ile % 95 arasında değişmiş, en yüksek protein sidirimi G1, G2 ve G5 gruplarında görülürken, bu grupları G6 ve G4 grubunun izlediği en düşük değere ise G3 grubunda olduğu tespit edilmiştir. Bütün deneme yemlerinin formülasyonlarında yağ dışında bütün hammaddelerin aynı olduğu göz önünde bulundurularak ve ayrıca aynı sıcaklıkta çalışma gerçekleştirildiğinden dolayı, protein sindirimindeki küçük farklılıkların, belirtilen gruplarda net protein kullanımının bu gruplarda benzer sıralamanın olmasından kaynakladığını düşünülmektedir. Balıklarda lipit sindirilebilirliği optimum yetiştirme şartlarında (22-27 °C) %83- %95 arasında gerçekleşmektedir (Takeuchi ve ark., 1979; Lupatsch ve ark., 1997). İlginç bir şekilde çalışmamız ortalama

sıcaklığın 15,6 °C olduğu şartlarda, lipit sindiriminin çok daha düşük çıkması beklenirken, lipit sindirimi gruplar arasında %78 ile %88 arasında değişim göstermiştir. En yüksek lipit sindiriminin G5 ve G1 gruplarında olduğu buna karşın en düşük grubun G4 grubunda olduğu görülmüştür. Lipit sindiriminin gruplar arasında farklılıkların yemlere eklenen bitkisel yağlardan ve balıkların bağırsaklarında sıcaklıkla ilişkili lipaz enzim aktivitesinden kaynaklanıyor olabileceği akla gelmektedir. İstatistiki sonuçlara bakıldığında yemlere eklenen bitkisel yağların tek tek eklenmesinden ziyade, karışım olarak eklenmesi sindirimin daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu durum, yemlere eklenen bitkisel yağların yağ asidi profilinden kaynaklanıyor olabileceğini düşündürmektedir.

Balık beslemede bitkisel yağların kullanımı, yağ asitlerinin ve besinsel değerinde değişmelerin olduğu ve ayrıca balığın sağlığı üzerinde olumsuz etkilerin olabilecekleri bilinmektedir (Yıldız ve ark., 2018; Alvarez ve ark., 2020). Besleme çalışmasının son aşamasında balıkların besinsel değerlerinin iyileştirilmesi özellikle kaybolan n-3 HUFA yağ asitlerinin tekrardan kazanılması amacıyla balıklar balık yağı içeren kontrol yemleri ile beslenmişlerdir. Geri besleme yapılan bu aşama sonunda, elde edilen verilerde (final ağırlığı, canlı ağırlık kazancı, vb.) balıkların sağlıklı bir şekilde büyümeye devam ettikleri görülmüştür. Aynı şekilde çalışma sonunda yapılan analizlerde tüm vücut protein miktarlarında önemli bir değişikliğin olmadığı ancak, vücut yağ miktarlarında besleme denemesine göre gruplar arasında istatistiksel olarak farkların olduğu bulunmuştur. Özellikle G5 ve G6 gruplarında, tamamen balık yağı ile hazırlanan yemler ile yapılan geri besleme çalışmasının sonucunda vücut yağ oranlarında önemli artışların olduğu görülmüştür. Bu durum bize kullanılan yem içeriğindeki, balık yağının etkili ve önemli olduğunu göstermektedir.

Tüm dünyadaki beslenme uzmanları yüksek n-3 içeriği nedeniyle balık ve deniz ürünleri tüketimini önermektedir (Alvarez ve ark., 2020). n-3-HUFA içeriği özellikle, EPA ve DHA yağ asitlerinin, bebeklerin büyüme ve gelişmesinde ayrıca kronik kardiyovasküler hastalıklarda, diyabet, kanser ve yaşa bağlı dejeneratif

hastalıkların önlenmesinde önemli olduğu bilinmektedir (Herold ve Kinsella, 1986; Hwang, 1989; Ackman, 2001; Simopoulos, 2008; Kris-Etherton ve ark., 2009). Ayrıca EPA ve DHA'nın alımı depresyon, şizofreni ve dikkat eksikliği bozukluklarını iyileştirmektedir (Small, 2002). 2021 Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre, önerilen günlük EPA + DHA tüketimi yetişkinler için $0,25 \text{ g} \cdot \text{gün}^{-1}$ ve emziren ve hamileler için $0,3 \text{ g} \cdot \text{gün}^{-1}$. en az $0,2 \text{ g} \cdot \text{gün}^{-1}$ olması gerektiğini bildirmişlerdir. Ayrıca bir porsiyon pişmiş balık (112 g) tüketilmesi 500 mg/gün EPA+DHA alınmasına neden olmaktadır (Kris-Etherton ve ark., 2007). Genel olarak EPA+DHA alımının 400-600 mg/gün olduğu bilinmektedir (Martin, 2001; De Backer ve ark., 2003; Cunnane ve ark., 2004; Nutrition, S., 2004; Harris ve ark., 2008; Kris-Etherton ve ark., 2009;). Yaptığımız çalışmada en düşük EPA+DHA miktarı en düşük G6 ($50,8 \pm 1,04$) grubunda olmasına rağmen, bu değer 1 gr balık örneğinde bulunan mg olarak bulunmuştur. Yukarıdaki çalışmalarda, 112 gr balıkta yaklaşık 500 mg EPA+DHA olduğu göz önüne alındığında bizim bulduğumuz değer bu referans değerinin üzerinde EPA+DHA olduğunu göstermektedir. Bu durum yaptığımız bütün yem grupları ile beslenen bireylerin insan tüketimi için sağlıklı ve yeterince EPA ve DHA alınabileceğini göstermektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde bahsedilen çalışmalar doğrultusunda, balık yemlerine gerek ekonomik gerekse azalan balık unu ve balık yağına alternatif hammaddeler kullanılmaktadır. Kullanılan bu hammaddeler içerisinde yer alan bitkisel yağlar balık filetosunda yağ asit profilini değiştirmekte ve özellikle n-3 HUFA grubunda düşüşlere sebep olmaktadır (Montero ve ark., 2003; Seierstad ve ark., 2005; Izquierdo ve ark., 2005; Montero ve ark., 2008; Betancor ve ark., 2016; Wassef ve ark., 2016; Houston ve ark., 2017; Magalhaes ve ark., 2020; Ofori-Mensah ve ark., 2020). Bununla birlikte, insan beslenmesi için yararlı etkilerini arttırmak için bu yağ asitlerinde en yüksek içeriğe sahip balık filetolarının üretilmesi arzu edildiğinden, büyümenin son dönemini %100 balık yağı diyetleri ya da büyüme periyodu süresince bitkisel yağlarla hazırlanmış yemler ile %100 balık yemleri ile döngülü

beslemek, n-3 HUFA'ların geri kazanılması mümkün kılmaktadır (Jobling, 2003; Bell ve ark., 2003; Regost ve ark., 2003; Bell ve ark., 2004; Montero ve ark., 2005; Izquierdo ve ark., 2005; Turchini ve ark., 2006; Mourente ve Bell, 2006; Turchini ve ark., 2007; Fountoulaki ve ark., 2009; Turchini ve ark., 2009; Thanuthong ve ark., 2011a; Stone ve ark., 2011a; Stone ve ark., 2011b; Reis ve ark., 2014; Eroldoğan ve ark., 2018). Bitkisel yağlar ile filetoada eksilen yağ asitlerinin geri besleme ya da döngülü beslenmesi için belirli sıcaklıkta ve sürelerle ihtiyaç duyulmaktadır. 120 gün geri besleme süresinin çipuralarda n-3 HUFA'ları tamamen eski seviyelerine geri dönmediği ve aynı çalışmada, sıcaklığın 25 °C'den 15 °C'ye indiği sürede DHA ve ARA yağ asitlerinde yükselmenin olduğu, tekli yağ asitlerinde düşüşlerin olduğu belirtilmiştir (Fountoulaki ve ark., 2009). Bizim çalışmamızda benzer bir şekilde sıcaklık 16 °C'den 14 °C'ye düşmüş ve 30 günlük bir geri besleme periyodun da n-3 HUFA serilerinden tüm deneme gruplarında % 5 ile % 15 oranında artışın olduğu görülmüştür. Salmonidlerde düşük sıcaklıklarda doymamış yağ asitlerinde bir artışın olduğu bilinmektedir (Hazel ve ark., 1992; Calabretti ve ark., 2003). Aynı şekilde levreklerde 17-20 °C' de Roche ve Peres, (1984), 17-20 °C' de Delgado ve ark., (1994), yağ asidi yüzdelerinde 18:1n-9'da bir azalma buna karşın ARA, EPA ve DHA' da artışın olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde 22 °C' de Avrupa levreği üzerinde yapılan çalışma 18:1n-9'da bir azalma buna n-3 HUFA'larda artışın olduğunu Person-Le Ruyet ve ark., (2004), diğer bir çalışmada, Skalli ve ark., (2006) 29 °C'de Avrupa deniz levreklerinde aynı sonuçları bulmuşlardır. Ancak her iki çalışma sonundaki verilere bakıldığında, 22 °C'de 29 °C'ye kıyasla daha düşük 18:1n-9 ve daha yüksek n-3 HUFA olduğu görülmüştür. Atlantik somonlarında 14 hafta bitkisel yemlerle beslenen bireylerin, 12 haftada balık yağı ile geri beslenme EPA ve DHA'nın eski seviyesine ulaştığını, başka bir çalışmada ise 40 hafta bitkisel yağlarla beslenen Atlantik somonlarının yağ asitlerini geri kazanılması için 16 hafta balık yağı ile beslenmesi gerektiğini bildirmişlerdir (Bell ve ark., 2003; Bell ve ark., 2004). Gökkuşluğu alabalıklarında 12 hafta bitkisel yemlerle beslenen bireylerin yağ asitlerinin düzeltilmesinde 12

haftalık geri beslemenin yapılması gerektiğini belirtmişlerdir (Yıldız ve ark., 2018). Benzer şekilde, gökkuşağı alabalıklarında yapılan diğer bir çalışmada ise 91 günlük bitkisel yağlarla besleme sonunda n-3 HUFA'ların geri kazanımını sağlamak için bu sürenin 35 gün olduğu belirtmişlerdir (Thanuthong ve ark., 2011a). Aynı yazarların alabalıklar üzerinde yaptıkları bir başka çalışmada ise 18 haftalık bitkisel yağlarla yapılan büyüme periyodunun ardından 8 hafta geri beslemenin dokulardaki n-3 HUFA'ların kısmen iyileştiğini belirtmişlerdir (Thanuthong ve ark., 2012b). Yapılan geri besleme çalışmalarında DHA ve ARA'nın kısmen düzeldiğinin buna karşı EPA değerinin tamamen düzelemediğini göstermiştir. Deniz balıklarında da benzer durum söz konusudur. Geri beslemede çipuralarda Fountoulaki ve ark., (2009) 120 gün, Izquierdo ve ark., (2005) 104 gün, Avrupa deniz levreğinde Mourente ve Bell (2006) 16 ay besleme periyodu ardından 5 ay geri besleme, Montero ve ark., (2005). 150 gün, kalkan balığında Regost ve ark., (2003) 56 gün şeklinde geri besleme yapılmış ve bütün yazarlar n-3 HUFA seviyelerinde kısmen düzelmenin olduğu, ancak EPA seviyelerinde tamamen bir düzelmenin olmadığını söylemişlerdir. Yukarıda bahsedilen çalışmalarda görülüyor ki, gerek tatlı su gerekse deniz balıklarında, bitkisel yağlarla besleme periyodu sonunda kaybedilen n-3 yağ asidi grubunu geri kazanılması, balığın cinsine besleme sıcaklığına ve en önemlisi besleme periyodu ve geri besleme periyodunun süresiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalara paralel olarak çalışmamızda, geri besleme düşük su sıcaklığında ve 30 günlük bir sürede gerçekleşmiştir. Geri besleme çalışmasının sonunda alınan örneklerde EPA değerinin kontrol grubu dahil bütün gruplarda yüzdesel olarak arttığı, bu durumun da önceki çalışmalara kıyasla su sıcaklığının düşmesiyle ilişkili olduğu söylenebilir. Geri besleme (30 günlük) sürecinde EPA değerleri tamamen bitkisel yağlı yemlerle beslenen G5 grubunda 11,8 mg/g'dan 13,4 mg/g değerine G6 da ise 11 mg/g değerinden 13,4 mg/g değerine ulaştığı görülmektedir. Bu artışın diğer çalışmalardan farklı olarak kısa bir sürede gerçekleşmesi bahsedilen çalışmalarda olduğu gibi düşük su sıcaklığında n-3 HUFA'ların artmasından kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Daha önce

yapılan çalışmalara paralel olarak DHA değerlerinde yaklaşık %20-25 bir artışın olduğu hem su sıcaklığın düşmesinden hem de bitkisel yağlarla beslenen grubun balık yağı ile beslenmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Çalışmamızın hem besleme periyodunda hem de geri besleme periyodunda yapılan diğer çalışmalardan farklı olarak, ARA seviyelerinde gruplar arasında farkın olmadığı ve geri beslemede bütün gruplarda bir artışın olmadığı görülmüştür. Bu durum bize, düşük su sıcaklıklarda yapılan çalışmalarda, bahsedilen diğer su ürünleri türlerinde olduğu gibi artışın olmaması, çipura balığında düşük su sıcaklığında dokularda ARA birikimi üzerinde metabolik olarak herhangi bir etkisinin olmadığını düşündürmektedir. Bell ve Koppe (2010), uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin, özellikle DHA'nın düşük sıcaklıklarda dokularda biriktiğini ve bunun sebebinin hücre akışkanlığını sağlayarak soğuğa toleransı artırmak amacıyla gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Doymuş yağ asitlerinde bitkisel yağlar ile beslenen gruplarda neredeyse değişim olmadığı buna karşın, balık yağı ile beslenen grupta gözle görünür bir düşüşün olduğu görülmekteydi. Balık yağı ile beslenen gruptaki bu düşüş, su sıcaklığının çipura için düşük sıcaklıklara toleransını artırmak için çoklu doymamış yağ asitlerini vücutlarında korumasıyla ve artırmasıyla alakalı olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda yukarıda bahsedilen düşük sıcaklıklarda yapılan çalışmalara benzer şekilde, çipuralarda n-3 HUFA serisi yağ asitlerinin özellikle EPA ve DHA seviyelerinde artışın olduğu, geri besleme de ise kısmen ARA hariç n-3 HUFA serisinde bir artışın gerçekleştiği görülmüştür.

5.2. Avrupa Levrek Balığı (*Dicentrarchus labrax*) Denemesi

Çalışma başında başlangıç ağırlıkları $23,2 \pm 0,5$ g olan levrek yavruları, çalışma sonunda final ağırlıklarında istatistiksel farkların olduğu görülmüştür. Çalışma sonunda, final ağırlığının $57,5 \pm 0,12$ g değere sahip G1 (%100 balık yağı) ile $57,3 \pm 0,6$ değere sahip G6 (%50 yerfıstığı yağı + %50 ketentohumu yağı) grupları diğer gruplara oran ile daha yüksek bulunmuştur. Levrek üzerine yapılan birçok çalışmada, araştırmacılar bitkisel yağların % 60 oranında bitkisel yağ eklenebileceğini savunmuşlardır (Yıldız ve Şener, 1997; Parpoura ve ark., 2001; Mourente ve Dick, 2002; Izquierdo ve ark., 2003; Izquierdo ve ark., 2005; Figueiredo-Silva ve ark., 2005; Mourente ve ark., 2005a; Mourente ve ark., 2005b; Martins ve ark., 2006; Mourente ve Bell, 2006; Güler ve Yıldız, 2011). Dernekbaşı ve ark., (2021), kontrol, %20 YFY, %40 YFY, %60 YFY, %80 YFY ve %100 YFY ile hazırlanmış yemlerle beslenen levreklerde en iyi gelişimin %60, %80 ve %100 YFY ile hazırlanan yemlerle beslenen bireylerde olduğu, yem çevirim oranında yine bu gruplarda diğer deneme gruplarına göre daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Martins ve ark., (2006), levrek üzerine 20 °C sıcaklıkta, bitkisel yağlar ile yaptıkları çalışmada %50 oranında soya yağının kontrol grubundan daha iyi büyümenin gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada iki grubun tamamen bitkisel yağlar ile formülize edildiği ancak en iyi büyümenin G1 ve tamamen yerfıstığı yağı ile keten tohumu yağı içeren yemler ile beslenen G6 grubunda olduğu bulunmuştur. Tamamen keten tohumu yağı ile fındık yağı ile hazırlanmış yemlerle beslenen bireylerin G1 grubunun gerisinde kalması, yer fıstığı yağının önemini ortaya koymaktadır. Levrekler üzerine yapılan bir başka çalışmada %100 balık yağı, %100 keten tohumu yağı, %100 kanola yağı ve %100 zeytin yağı ile beslenen bireylerin spesifik büyümenin ve vücut ağırlıklılarında farklılıkların olmadığı bildirmişlerdir (Mourente ve ark., 2002). Benzer şekilde, Izquierdo ve ark., (2003), %60 bitkisel yağların (soya yağı, kanola yağı ve keten tohumu yağı) levrek büyümesinde ve yem alımında kontrol grubuyla aynı olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda spesifik büyüme oranının, yukarıda bahsedilen

çalışmaların aksine gruplar arasında değiştiği görülmüştür. En iyi spesifik büyüme oranı G1 ve G6 gruplarında olması yerfıstığı yağı ile keten tohumu yağının karışım olarak balığa verilmesi balıkların balık yağı gibi iyi bir sindirim gerçekleştirdiklerini ve sindirilen bu yağların bir kısmını büyümede kullandıklarını akla getirmektedir. Sıcaklığın büyüme üzerindeki etkilerini belirlemek için, büyüme farkının (final ağırlığı-başlangıç ağırlığı), sıcaklığa oranı belirlenmektedir (Turchini ve ark., 2011). Çalışmamız $15,6\pm0,5^{\circ}\text{C}$ sıcaklık koşullarında gerçekleştirilmiş ve termal büyüme katsayıları arasında istatistiki farkların olmadığı görülmüştür. Bu sonuç bizlere levrekler için optimum olmayan düşük sıcaklık koşullarında da, yemin içerisine eklenen farklı yağlar ile sağlıklı bir şekilde büyüdükleri göstermektedir. Boy kilo indeksi olarak ifade edilen kondisyon faktörü Turchini ark., (2011), çalışmada alınan kondisyon faktörü gruplar arasında farklılığın olmadığı, 1,04 ile 1,07 arasında değerler ile kilo alımı ve boy oranının sağlıklı bir şekilde arttığını göstermektedir.

Yetiştiricilik koşullarındaki en büyük maliyet giderinin yem giderleri olduğu bilinmektedir. Bir büyüme çalışmasında hazırlanan yemlerin balık açısından ne kadar verimli kullanıldığını yem çevirim oranıyla bulunmaktadır. Araştırmamızın bu bölümünde hesaplanan yem çevirim oranlarının değersel olarak birbirlerine yakın olduğu ancak istatistiksel farklılıkların olduğu bulunmuştur. Yem çevirimin $1,26\pm0,09$ değerlerine sahip olan G1 ve $1,27\pm0,17$ değere sahip G6 gruplarında daha düşük olduğu, bu iki grupta yem çevirim oranının düşük çıkması aynı grupların final ağırlıklarının diğer deneme gruplarından daha yüksek ve dolayısıyla aldıkları yemi daha iyi değerlendirdikleri görülmektedir. Bu veriler aynı zamanda, balık bireylerinin verilen yemden daha iyi yararlandığını göstermektedir. Kesbiç (2015), karagöz balıklarında yem çeviriminin %50 yer fıstığının kontrol grubun yakın olduğu, %100 yer fıstığı yağının kontrol grubundan daha yüksek olduğunu söylemişlerdir. Mourente ve ark., (2006) levrekler üzerinde yaptıkları çalışmada kolza, palmiye ve keten tohumu yağları ile miks halde yem hazırlamışlardır. Çalışma sonunda, yem çevirim oranlarında gruplar arasında

istatistiksel olarak bir farklılığın olmadığını belirtmişlerdir. Levrek üzerine yapılan başka bir çalışmada ise soya yağının %3-6-9-12 oranlarında balık yağı ile değiştirilmesiyle, balıkların yem alımları üzerinde farklılık yaratmadığını bildirmişlerdir (Hunt ve Tekelioğlu 2004). Dernekbaşı ve ark., (2021), levrekler üzerinde yer fıstığı yağının balık yağıyla değişiminin balıklar üzerinde etkilerini araştırmışlar ve yer fıstığı yağının %40 oranında değiştirilmesi yem çevirim oranlarında balık yağıyla benzer olduğu belirtmişlerdir. Ancak, %60-80-100 oranlarında değiştirilmesinin kontrol grubuna göre daha düşük çıktığını saptamışlardır. Aynı araştırmacılar levrek yemlerinde %80 oranında yer fıstığı yağı ikamesinin daha düşük yem çevirim oranına ve daha iyi büyümeye olanak verdiğini ifade etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada, G3 (yerfıstığı yağı + balık yağı) ve G4 (keten tohumu yağı + balık yağı) gruplarında olan yem çevirim oranı diğer deneme gruplarından istatistiki olarak daha yüksek çıkmıştır. G6 (yerfıstığı yağı + keten tohumu yağı) grubunun kontrol grubuyla aynı olması, eklenen iki yağın ayrı ayrı olacak şekilde değil, birlikte kullanılmasının daha iyi sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

Protein etkinlik oranı balığın aldığı yem içerisinde bulunan protein miktarının canlı ağırlık kazancına oranı şeklinde ifade edilmektedir (Skalli ve ark., 2004). Net protein kullanımı balığın yem içerisinden aldığı protein miktarının, balığın kazandığı vücut protein oranını ifade etmektedir (Turchini ve ark., 2011). Hunt ve ark., (2004), soya yağının tamamen değişimiyle levrek üzerinde yapılan çalışmada, protein etkinlik oranının kontrol grubu ile aynı olduğunu bulmuşlardır. Çipuralarda yaptıkları çalışmada Fountoulaki ve ark., (2009), % 69 oranında balık yağı ile değiştirilen soya, kanola ve palmiye yağı hazırlanan yemlerle besleme yapılan deneme gruplarında, $1,02 \pm 0,03$ değere sahip olan palmiye grubunda protein etkinlik oranının daha iyi olduğunu bulmuşlardır. Benzer şekilde Tasbozan ve ark., (2015) soya yağı, fındık yağı ve kanola yağının tamamen balık yağı ile değiştirilmesiyle yaptıkları çalışmada, protein etkinlik oranlarında fındık ve kanola yağı ile hazırlanmış yemlerin kontrol grubundan daha yüksek olduğu, net protein

kullanımın ise soya yağı ve kanola yağı gruplarının kontrol grubundan daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Martins ve ark., (2006) bitkisel yağların alabalık ve levrekler üzerinde protein etkinlik oranlarında herhangi bir etkinin olmadığını savunmuşlardır. Çalışmamızda $1,66 \pm 0,03$ değerine sahip olan G1 ve $1,65 \pm 0,04$ G6 grupların protein etkinlik oranları diğer çalışma grupları arasında istatistiksel olarak daha iyi bulunmuş ve yukarıda verilen çalışmalarla paralellik göstermiştir. Buna ek olarak, net protein kullanımında $33,81 \pm 0,69$ değere sahip olan G1 grubu diğer deneme gruplarından yüksek olduğu görülmektedir. Protein etkinlik oranının G1 ve G6 gruplarında yüksek olması, net protein kullanımının G1 yüksek olması, yem içerisine eklenen yağ kaynağının balıklar tarafından enerji olarak kullanılmasından yeterli olduğu, bu sebepten yemlerde bulunan protein miktarının iyi bir şekilde canlı ağırlığa çevirdiğini söylenebilir. Diğer yandan net protein kullanımında ise G1 grubunda yem içerisinde bulunan protein miktarını enerji ve büyümeden farklı olarak balığın kendi vücut proteine dönüştürdüğünü de ortaya koymaktadır.

Lipit etkinlik oranı yem içerisinde bulunan yağ miktarının yemi tüketen balığın ağırlık kazancına oranı şeklinde ifade edilmektedir (Turchini ve ark., 2011). Aynı şekilde net lipit kullanımı ise yem ile alınan yağın balığın vücut yağına dönüştürme oranı olarak ifade edilmektedir (Turchini ve ark., 2011). Yapılan benzer bitkisel yağ çalışmalarında (Taşbozan ve ark., 2015), tamamen kanola yağı ile değiştirilmiş yemlerle beslenen sargoslarda en iyi lipit etkinlik oranı ve net lipit kullanımının diğer gruplardan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda net lipit kullanımının G2 grubunda $62,02 \pm 1,28$ olduğu ve lipit etkinlik oranının ise en yüksek G1 ve G6 gruplarında olduğu görülmektedir. Düşük su sıcaklığında balıkların bu yem gruplarını daha etkili enerjiye dönüştürülmektedir. Tükettikleri yemin içerisinde hayatta kalmak için kullandıkları yağ miktarının geri kalanını büyümeye ve vücut yağı olarak depoladıklarını göstermektedir. Aynı zamanda net lipit kullanımının G2 grubunda yüksek çıkması aynı grubun vücut yağ miktarlarının da diğer deneme gruplarından yüksek olduğunun ispatlar şekildedir.

Bu durum da bize, yemlere eklenen yağların yağ asit profilinin düşük sıcaklıklarda bu yem grubunu etkili kullandıklarını düşündürmektedir.

Ekonomik çevirim oranı tüketilen yem miktar fiyatının canlı ağırlık oranına dönüşümü olarak, ekonomik karlılık indeksi ise elde edilen balığın fiyatı ile ekonomik çevirim oranının farkı şeklinde ifade edilmektedir (Lozano ve ark., 2007). Yapılan birçok çalışmada (Mantinez-Llorens 2007; Lozano ve ark., 2007; Hernandez ve ark., 2007; Eroldoğan ve ark., 2008; Aderolu ve ark., 2009; Dikel ve ark., 2010), birinci olarak deneme yemlerine bitkisel yağ ve protein kaynakların eklenmesi ikinci olarak ise döngülü açlık rejimlerinin kullanılması EKO ve EKİ değerlerinde olumlu sonuçların olduğu bulunmuştur. Çalışmamızda her iki indeks değerinde gruplar arasında istatistiki bir fark olmadığı bulunmuştur. Bunun sebebi balığın tükettiği yemin bütün gruplarda oransal olarak eşit şekilde büyümeye kullandığı ile açıklanabilir.

Çalışmamız sonunda alınan tüm vücut ve fileto örneklerinin protein, yağ, nem ve kül miktarlarında gruplar arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Bitkisel yağlar ile yapılan çalışmalarda tüm vücut protein miktarının kısmen değiştiğini ya da tüm gruplarda istatistiki farklılıkların olmadığını söylemişlerdir (Piedecausse ve ark., 2007; Fountoulaki ve ark., 2009; Turchini ve ark., 2009; Tasbozan ve ark., 2013; Tasbozan ve ark., 2014; Arslan ve ark., 2012; Tasbozan ve ark., 2015; Eroldoğan ve ark., 2018; Yıldız ve ark., 2018; Ofori-Mensah ve ark., 2020; Dernekbaşı ve ark., 2021). Tüm vücuttaki protein miktarı en yüksek değere G1 (%20,5±0,49) grubunda gözlendiği ve bu grubu G2 (%19,1±0,98) ile G4 (%19,4±0,51) grup bireylerinin takip ettiği görülmüştür. Bunun sebebinin düzgün bir beslemeye alınan balıkların dokularında protein biriktirmesi, vücut organlarında bulunan yağlarını kullanarak enerji sağlamasıyla ilişkilidir (Wing ve ark., 2000). Çalışmamızda G1, G2 ve G4 gruplarında vücut proteinlerinin diğer gruplara oranla yüksek çıkması bu grup bireylerin enerji ihtiyaçlarını karaciğer ve diğer iç organlarında bulunan yağlar ile karşılayabildiğini düşündürmektedir. Tüm vücut yağ miktarı bitkisel yağlar ile yapılan çalışmalara paralellik göstermektedir

Araştırmamızda gruplar arasında en dūřuk değerlere G1 grubunda görülmektedir. Bunu sebebi, bu gruptaki bireylerin yem içerisinde bulunan yaę miktarını bir kısmını vücutlarında depoladıkları bir kısmını ise büyüme ve enerjide diğer deneme gruplarına göre daha fazla kullandıkları ile açıklanabilir.

Karaciğer ağırlığının artması olarak tanımlanabilen KS ,  reme dönemi hariç, balığın diğer dönemleri boyunca enerjinin karaciğere düşen kısmını görmemize yardımcı olur (Nunes ve Hartz, 2001). Balıklar enerjiyi kas dokularında depolamaktadır; ancak enerji fazla olduğu zaman vücut tarafından karaciğerde glikojen olarak depolanmaktadır. Bu sebepten dolayı karaciğerin oransal büyüklüğü beslenme durumu ile büyüme hızının bir indeksi olarak görülmektedir (Halver ve Hardy, 2002). Karaciğer yağlanması balıkların tükettiği yem içerisinde PUFA'ların miktarlarının düşme veya bitkisel yağların miktarsal olarak yem içerisinde artışından etkilendiği bildirilmiştir (Montero ve Izquierdo 2010). Ayrıca KS  standart değerlerden y kseke (kemikli balıklar için %1-%2 arasında), kullanılan yemin balıklarda, özellikle karbonhidrat ve yağ metabolizmasında bazı problemlere neden olduğunu, yemin oksidasyona uğraması, vitamin eksikliği ve ekstra karbonhidratlar olduğunu gösterir. (Datta Munshi ve Dutta, 1996). Yapılan çalışmalarda bitkisel yağlar ile uzun süre beslenen bazı denizel türlerde karaciğerde ağırlık artışı gözlenmiştir (Caballero ve ark., 2004; Benedito-Palos ve ark. 2007; Piedecausa ve ark. 2007; Leaver ve ark. 2008; Yıldız ve ark. 2008; Turchini ve ark. 2011). Buna karşın bazı araştırmacılar karaciğer ağırlığında bir değişiklik olmadığını rapor etmişlerdir (Bell ve ark., 1991; Tocher ve ark., 2000; Rollin ve ark., 2003; Torstensen ve ark., 2005; Brown ve ark., 2010). Yapmış olduğumuz  alışmamızda KS  değerinin gruplar arasında istatistiksel bir farklılık göstermediği saptanmıştır. Bunun sebebi, levreğin düşük su sıcaklıklarda (sub-optimal koşullarda) metabolizmalarının yavaşlamasından kaynaklanıyor olabileceğini akla getirmektedir. Viseral Somatik İndeks (VSI), iç organların ağırlığının tüm vücut ağırlığına oranıdır (Company ve ark., 1999). Genellikle verilen besinin viseral organlar üzerine etkisini saptamak için kullanılır (Cheng ve ark., 2005).

Çalışmamıza ait VSİ değerleri KSİ değerine paralellik göstermiş ve gruplar arasında istatistiksel bir farklılıkların olmadığı görülmüştür. Toplam yağ miktarının G3, G5 ve G6 gruplarında, diğer deneme gruplarına göre yüksek çıkması, düşük su sıcaklığında aldıkları yemin bir kısmını büyüme ve enerjide kullanırken bir kısmını ise vücut boşluğunda ve organ etrafında yağ olarak depoladıklarını düşündürmektedir.

Bitkisel yağlar içerisinde yüksek miktarlarda bulunan palmitik asit (PA, 16:0), oleik asit, linoleik asit ve a-linolenik asit gibi yağ asitlerinin farklı bitkisel yağlarda baskın olduğu bilinmektedir (Ofori-Mensah ve ark., 2020). Su ürünleri yetiştiriciliğinde yemlere eklenen bitkisel yağlar n-3 C18 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) açısından zengin kaynaklardır (Tocher ve ark., 2010). Keten tohumu yağı, n-3 PUFA açısından zengin olduğu bilinen bitkisel yağlar arasındadır. Bitkisel yağlarda bulunan ALA yağ asidi salmonidler daha sonra yüksek oranda doymamış yağ asitlerine (HUFA, $C \geq 20$, $n \geq 3$) biyo dönüşüm potansiyeline sahiptir (Seierstad ve ark., 2005). Ancak bazı araştırmacılar, genel olarak deniz balıklarının n-3 HUFA'ları özellikle EPA ve DHA yağ asitlerine yüksek gereksimlerinin olduğunu ve deniz balıklarının C18 doymamış yağ asitlerini uzun zincirli C20 ve C22 yağ asitlerine dönüştürme yeteneklerinin yetersiz olduğu, bu nedenle yemlerinde bitkisel yağlar kullanılırken n-3 HUFA'lardan EPA ve DHA miktarlarının dikkate alınması gerektiğini belirtmişler (Sargent ve ark., 2002; Mourente ve Dick, 2002; Izquierdo ve ark., 2003; Bell ve Koppe, 2011; Denerbaşı ve ark., 2021). Yetiştiricilik koşullarında hazırlanan yemlerin yağ asitlerinin dengesizliği balıklarda stres direncini değiştirebileceği ve bağışıklığın zayıflayacağı, bunun sonucunda balıkların hastalıklara karşı dirençsiz kalabileceği bilinmektedir (Kiron ve ark., 1995; Thompson ve ark., 1996; Parpoura ve Alexis, 2001; Montero ve ark., 2003; Person ve ark., 2004).

Yapılan çalışmalarda çipuraların n-3 HUFA ihtiyaçları kuru madde üzerinde yaklaşık %0,9-%1,9 arasında olması gerektiğini ayrıca DHA/EPA

oranının ise 0,5 ile 1 arasında olması gerektiğini savunmuşlardır (Kalogeropoulos ve ark., 1992; İbeas ve ark., 1994; İzquierdo, 2005; Tocher, 2010; Houston ve ark., 2017) Levrek balıklarında yemlerin kuru madde üzerinde % 0,2 n-3 HUFA değerini, %0,7 n-3 HUFA değerine oranla daha düşük büyüme ve gelişim gösterdiğini belirtmişlerdir (Skalli ve Robin, 2004).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde balıklarda kullanılan yemlerin yağ asit profili, balık etinde bulunan yağ asidi profilini yansıtmaktadır (Bell ve ark., 2001; İzquierdo ve ark., 2003; Montero ve ark., 2005; Torstensen ve ark., 2005; Morkore ve ark., 2007; Fountoulaki ve ark., 2009; Benedito-Palos ve ark., 2011; Dernekbaşı ve ark., 2021). Bitkisel yağlar ile yapılan çalışmalarda olduğu gibi, çalışmamızda kullandığımız yemlerin yağ asidi profili, eklenen bitkisel yağların artması ile özellikle linoleik asit ve α -linolenik asit gibi yağ asit miktarlarını artmıştır. EPA/DHA oranı yemin formülasyonu yapılırken yukarıdaki çalışmaların önerisi doğrultusunda bütün deneme diyetlerinin birbirine yakın olmasına dikkat edilmiş ve yem analizleri sonucunda ise bütün deneme yemlerinde bu oran 0,5'e yakın olarak saptanmıştır. Ayrıca deneme yemlerinin balıkların sağlıklı bir gelişim göstermesi amacıyla yapılan çalışmalara referans olarak, n-3 HUFA miktarları %5 seviyesi ve üzerinde olacak şekilde düzenlendi. Atalah ve ark., (2011), ARA, eksikliğinde büyümede gerilemenin hatta yokluğunda larvalarda öleme sebebiyet verildiğini bildirmişlerdir. Birçok araştırmacı, ARA'nın uygun büyüme performansı, gelişme ve hayatta kalma için bu yağ asidin uygun seviyelerde olması gerektiğini söylemişlerdir (Lund ve ark., 2010; Carrier ve ark., 2011; Boglino ve arkd., 2013; Rombenso ve arkd., 2016). Buna ek olarak, lipid metabolizması (Martins ve ark., 2012; Norambuena ve ark., 2012), üreme için (Furuita ve ark., 2003; Norambuena ve ark., 2013) ve stres direnci için (Koven ve ark., 2001; Rezek ve ark., 2010) ARA'nın önemini söylemişlerdir. Yemlere bitkisel kaynaklı yağ ilavesinin özellikle EPA, ARA ve DHA'nın düşmesi beklenen bir sonuç olarak görülmektedir (Montero ve ark., 2003; Seierstad ve ark., 2005; İzquierdo ve ark., 2005; Montero ve ark., 2008; Betancor ve ark., 2016; Houston ve ark., 2017;

Magalhaes ve ark., 2020; Ofori-Mensah ve ark., 2020). Yapılan çalışmalara benzer şekilde, çalışmamızda kullandığımız yemlerin yağ asitlerinden EPA, ARA ve DHA'nın düşmesi, yemlere eklenen bitkisel yağlarda bulunan n-3 C18 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA)'nin artışı ile açıklanmaktadır.

Çalışmamızda kullandığımız yemlerin yağ asit içeriklerinde EPA ve DHA'nın kontrol grubu ile diğer gruplar arasında özellikle tamamen bitkisel yağların eklendiği gruplar arasında bariz bir düşüşün olduğu, bu düşüşün grup bireylerin yağ asidi profilinde de görülmesi diğer yapılan bir çok çalışmada olduğu gibi (Bell ve ark., 2001; Izquierdo ve ark., 2003; Montero ve ark., 2005; Torstensen ve ark., 2005; Morkore ve ark., 2007; Fountoulaki ve ark., 2009; Benedito-Palos ve ark., 2011; Dernekbaşı ve ark., 2021) beklenmekteydi. Ancak bireylerin tüm vücut yağ asitlerinde bir düşüşün gerçekleştiği, buna karşın bu düşüşün yem içerisindeki farktan daha az olduğu görülmüştür. Avrupa deniz levreği, diğer ılıman balıklara kıyasla, bitkisel yağlarda bulunan LA ve ALA gibi yağ asitlerini ARA, EPA ve DHA gibi yağ asitlerine biyo-çevirimi gerçekleştirmesi için gerekli enzimleri ($\Delta 6$ desaturasyon ve $\Delta 5$ elongasyon enzimleri) daha az salgılamaktadır. Ancak, Mourente ve ark., (2005)'te levrekte C18'li yağ asitlerinin zincir uzaması ve desaturasyonunu (doymamış forma dönüştürülmesi) sağlayan enzimlerin azda olsa karaciğer dokusunda olduğunu söylemişlerdir. Bu sonuç, yavru levreklerin ortalama 15 °C su sıcaklığında C18 doymamış yağ asitlerini uzun zincirli C20 ve C22 yağ asitlerine kısmen de olsa dönüştürme yeteneklerinin olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca, yapılan diğer çalışmalarda olduğu gibi çipuralarda (Izquierdo ve ark., 2003; Menoyo ve ark., 2004), levrek için (Izquierdo ve ark., 2003; Montero ve ark., 2005; Eroldoğan ve ark., 2012), sargoz için (Tasbozan ve ark., 2015) diyetlerde yüksek miktarlarda bulunan linoleik asit ve α -linolenik asit asitlerinin balık tüm vücut yağ asidinde daha düşük çıkmasıyla açıklanabilir. Çalışmamızda yapılan analizler sonucu balık bireylerinin tüm vücut yağ asitlerinde EPA miktarı, $30,7 \pm 0,68$ mg/g değere sahip olan G1 grup bireylerinde görülürken buna karşın balık yağı eklenmeyen G5 ve G6 gruplarında EPA değeri diğer deneme

gruplarından daha düşük olduğu görülmüştür. Aynı şekilde en yüksek DHA seviyeleri EPA'da olduğu $90,9 \pm 0,86$ mg/g değere sahip G1 grubunda, buna karşın G5 grubuna ait $40,0 \pm 0,34$ mg/g değer ile en düşük seviyelerde gözlenmiştir. Bunun ana sebebi yem yağ asitlerinin vücut yağ asitlerini yansıması olarak düşünülebilir (Bell ve ark., 2001; Izquierdo ve ark., 2003; Montero ve ark., 2005; Torstensen ve ark., 2005; Mørkøre ve ark., 2007; Fountoulaki ve ark., 2009; Benedito-Palos ve ark., 2011). Deniz balıkları için diğer önem düzeyine sahip olan yağ asidi araşidonik asittir (ARA, 20:4n-6). Yem yağ asitlerinde G4 ($3,6 \pm 0,17$ mg/g) bulunan ARA balık yağı eklenen diğer gruplarda miktar olarak daha düşük olmasına karşın, balık vücut yağ asitlerinde yüzdesel olarak istatiki farklılıkların olmadığı ancak mg/g değeri olarak bakıldığında, tamamen balık yağı eklenmiş olan G1 ($5,3 \pm 0,57$ mg/g) grubunun diğer deneme bireylerinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Palmitik asit (C16:0), önemli bir doymuş yağ asididir ve tamamen bitkisel yağ kullanılan G5 ve G6 gruplarının yemlerinde G1 grubu yemlerinde bulunan palmitik asit miktarında yüzdesel olarak yarısı kadar olmasına rağmen, G1 grup bireylerinin vücut yağ asitlerinde yemlerden daha düşük bulunmuştur. Buna karşın G5 ve G6 grup yemlerinde %10 seviyelerinde bulunan palmitik asit birey vücut yağ asitlerinde %12 kadar yükseldiği görülmüştür.

Yağ asitlerinde azalan n-6 serisi yağ asitlerine karşın, artan n-3 serisi yağ asitleri insan sağlığında bazı faydalar sayladığı bilinmektedir (Herold ve Kinsella, 1986; Hwang, 1989). Bu durum n3/n6 miktarının ne kadar yüksek olursa o kadar iyi olacağını göstermektedir. n-6 serisi yağ asitlerince zengin bitkisel kaynaklı yemler ile beslenen balıkların kas dokularındaki n-3 serisi yağ asitleri miktarının artan bitkisel yağ oranı ile önemli düzeyde azaldığı bilinmektedir (Sargent ve ark. 2002; Jobling, 2003; Regost ve ark. 2003; Torstensen ve ark. 2005; Turchini ve ark. 2009). Yukarıda bahsedilen birçok çalışmada, yemlere bitkisel yağ eklenmesi bu oranın değiştiğini belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada n3/n6 miktarlarında birçok yağ asidinde olduğu gibi yemin yağ asidi balığa yansımaktadır. Bu oran vücut yağ asitlerinde gruplar arasında istatiki farklılığın olmadığı görülmüştür.

Ayrıca sonuçlara bakıldığında bu oran vücut yağ asitlerinde yüzdesel olarak yemden daha düşük çıktığı, ilginç bir şekilde bu düşüşün G5 ve G6 gruplarında oransal olarak daha az etkilendiği görülmektedir. Bunu balığın düşük sıcaklıklarda levrek yavrularının biyo dönüşüme sebep olan enzimlerin varlığıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak, G1 grubunun tamamen balık yağı, G4, G5 ve G6 grubunda ise %50 keten tohumu yağının kullanılması, keten tohumu yağının n3/n6 oranının da balık yağını karşıladığını göstermektedir.

Yem kullanımının belirlemede yem çevirim oranı dışında yemin sindirilebilirliği de önemli bir etkidir ve canlı tarafından sindirim sisteminin emilim yüzdesini belirlemektedir (Akiyama ve ark. 1989; Lin ve ark., 2004; Oujifard ve ark., 2012). Yemlerde bulunan besinlerin sindirilebilirliğinin ölçülmesi, yemin besin değerinin ilk göstergesi ve ilk adımı olarak önerilmektedir (Cho ve Kaushih, 1990). Sindirilebilirlik, sindirim sürecinin sonunda dışkıda tüketilmeyen ve tüketilen besin miktarının karşılaştırılmasıyla belirlenir. Hazırlanan bir yemin sindirilebilirliği, öncelikle kimyasal bileşimine ve beslenen türün sindirim yeteneklerine bağlıdır (Cho ve ark., 1982; McGoogan ve Reigh, 1996). Lipitlerin akışkan olmaları sebebiyle su sıcaklığının artmasıyla sindirilebilirliğinin arttığını söylemişlerdir (Bell ve Koppe, 2010). Yağlardaki yağ asitlerinin C sayısı arttıkça erime noktası yükselir. Örneğin 4 C'lu doymuş yağ asidi olan bütirik asidin erime noktası -4 °C, 22 C'lu doymuş yağ asidi behenik asidin erime noktası 80 °C'dir. Çift bağ sayısı arttıkça erime noktası düşer. Örneğin 18 C'lu ve çift bağısız stearik asidin erime noktası 72 °C iken 18 C'lu 3 çift bağı linolenik asidin erime noktası -11 °C'dir (Taşan ve Dağoğlu, 2005). Çalışmamızda yapılan yemlerin yağ asit profilinde 3 çift bağa sahip olan PUFA'ların SFA'lardan daha yüksek değerlerde olduğu ve yem içerisinde bulunan yağların erime noktalarının daha düşük değerlerde olduğunu göstermektedir. Farklı sıcaklıkta (11°C ve 6°C) Atlantik salmonuyla yapılan bir çalışmada protein, lipit ve kuru madde sindirilebilirliğinin belirttikleri sıcaklıkta değişmediği bildirilmiştir (Ng ve ark., 2004). Su ürünlerinde yem girdileri azaltmak ve artan balık yağı ve ununa talebin

yetersiz kalmasından kaynaklı bitkisel kökenli hammaddelere yönelim olmaktadır. Bitkisel kökenli yağların balık beslemesinde kullanımı, balıkların bağırsaklarının histolojik ve morfolojilerinde değişiklik göstermekte bu yağ kaynaklarının sindirimini ve emilimini etkilemektedir (Caballero ve ark., 2002). Karnivor türlerin yemlerine bitkisel yağ ve protein eklenmesi sindirilebilirliği azaltarak bağırsak fonksiyonlarını etkilediği özellikle ince bağırsak mukozasının epitelinde bulunan enterositlerin değişikliğine neden olmaktadır (Caballero ve ark., 2002; Sitja-Bobadilla ve ark., 2005; Francis ve ark., 2007; Geurden ve ark., 2009; Nayak, 2010; Perez ve ark., 2010; Estruch ve ark., 2015; Ringo ve ark., 2016; Egerton ve ark., 2018). Balık yağı, bitkisel yağlara göre daha fazla miktarda doymamış yağ içermektedir, doymuş yağ asitlerin sindirilebilirliği yemdeki oranı ile değişmekte olup, oran arttıkça sindirilebilirliği azalmaktadır (Caballero ve ark., 2002; Ng ve Gibon, 2010). Tilapiya (*Oreochromis sp.*) bireylerinde balık yağının palmiye yağı ile değiştirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, balık yağlı ile hazırlanan yemlerle beslenen bireyleriyle ile palmiye yağı ile hazırlanan yemler ile beslenen bireyler arasında kuru madde ve protein sindirilebilirliğinin aynı olduğunu ve sindirim üzerinde yemdeki yağ kaynaklarının bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir (Bahurmiz ve ark., 2007). Avrupa deniz levreği ve gökkuşağı alabalığı bireylerinde, balık yağını soya yağı ile değiştirdikleri yemlerle besledikleri bireylerin yemdeki görünür protein, yağ ve enerji sindirilebilirliğinin her iki tür içinde benzer düzeyde olduğunu bildirmişlerdir (Martins ve ark., 2006). Çalışmamızın sonucunda elde edilen sindirilebilirlik değerlerinde protein sindirimi yapılan çalışmalara paralel olarak %97 ile %88 arasında değişmekte olup, en yüksek protein sindirimi G1 ve G3 gruplarında görülmüş, bu grupları G2 grubunun izlediği ve en düşük değere ise G6 grubunun sahip olduğu belirlenmiştir. Bütün grup yemlerin formülasyonlarında yağ dışında aynı hammaddelerin kullanıldığı göz önünde bulundurularak ayrıca aynı sıcaklıkta çalışma gerçekleştiğinden dolayı, protein sindirimindeki küçük farklılıkların, belirtilen gruplarda net protein kullanımının bu gruplarda benzer sıralamanın olmasından kaynakladığını

düşündürmekteydi. Lipit sindirilebilirliği optimum yetiştirme şartlarında (22-27 °C) verilen referans değerleri %83- %95 arasında (Takeuchi ve ark., 1979; Lupatsch ve ark., 1997), arasında gerçekleşmektedir. Çalışmamız ortalama sıcaklığın 15,6 °C olduğu şartlarda, lipit sindiriminin çok daha düşük çıkması beklenirken, lipit sindirimi gruplar arasında %91 ile %86 arasında gerçekleşmiştir. En yüksek lipit sindiriminin G1 gruplarında olduğu, buna karşın en düşük grubun G6 grubunda olduğu görülmüştür. Lipit sindiriminin gruplar arasında farklılıkların yemlere eklenen bitkisel yağlardan ve balıkların bağırsaklarında sıcaklıkla ilişkili lipaz enzim aktivitesinden kaynaklanıyor olabileceği akla gelmektedir. İstatistiki sonuçlara bakıldığında levrek yemlerinde lipit sindiriminin balık yağı eklenen gruplarda daha iyi olduğu buda levrek yavrularının düşük sıcaklıklarda balık yağını bitkisel yağlardan daha iyi kullandıklarını göstermektedir. Bu sonucun, yemlere eklenen yağların yağ asidi profilinden kaynaklanıyor olabileceğini düşündürmektedir.

Balıklarda bitkisel yağların kullanımı, filetoda yağ asitlerinin ve besinsel değerlerdeki değişimlerin olduğu ve ayrıca balığın sağlığı üzerinde olumsuz etkilerin olabileceklere bilinmektedir (Yıldız ve ark., 2018; Alvarez ve ark., 2020).

Besleme çalışmasının son aşamasında balıkların besinsel değerlerinin iyileştirilmesi özellikle kaybolan n-3 HUFA yağ asitlerinin tekrardan kazanılması için, balıklar kontrol yemleri ile beslenmişlerdir. Geri beslenme yapılan bu aşama sonunda, elde edilen verilerde (final ağırlığı, canlı ağırlık kazancı, vb.) balıkların sağlıklı bir şekilde büyümeye devam ettikleri görülmüştür. Aynı şekilde çalışma sonunda yapılan analizlerde tüm vücut protein miktarlarında önemli bir değişikliğin olmadığı ancak, vücut yağ miktarlarında besleme denemesine göre gruplar arasında istatistiksel olarak farkların olduğu bulunmuştur. Yapılan analizlerde G1 grubuna verilen yemde herhangi bir değişiklik yapılmamasına karşın vücut yağ oralarında yüzdesel olarak anlamlı bir artış olmuştur. Ayrıca fındık yağı eklenen gruplarda vücut yağ oranlarından düşüşlerin olduğu dikkat çekmiştir. Bu da bize

düşük su sıcaklıklarında, levrek yemlerin de kullanılan balık yağının etkili ve önemli olduğunu göstermektedir.

Tüm dünyadaki beslenme uzmanları yüksek n-3 içeriği nedeniyle balık ve deniz ürünleri tüketimini önermektedir (Alvarez ve ark., 2020). Yağ asitlerinde n3-HUFA içeriği özellikle, EPA ve DHA yağ asitlerinin, erken doğum yeni doğanların ve bebeklerin büyüme ve gelişmesinde ayrıca kronik kardiyovasküler hastalıklarda, diyabet, kanser ve yaşa bağlı dejeneratif hastalıkların önlenmesinde önemli olduğu bilinmektedir (Herold ve Kinsella, 1986; Hwang, 1989; Ackman, 2001; Simopoulos, 2008; Kris-Etherton ve ark., 2009). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO, 2021) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2021)'ne göre, önerilen günlük EPA + DHA tüketimi yetişkinler için $0,25 \text{ g} \cdot \text{gün}^{-1}$ ve emziren ve hamileler için $0,3 \text{ g} \cdot \text{gün}^{-1}$. en az $0,2 \text{ g} \cdot \text{gün}^{-1}$ olması gerektiğini bildirmişlerdir. Ayrıca bir porsiyon pişmiş balık (112 g) tüketilmesi 500 mg/gün EPA+DHA alınmasına neden olmaktadır (Kris-Etherton ve ark., 2007). Genel olarak EPA+DHA alımının 400-600 mg/gün olduğu bilinmektedir (Martin, 2001; De Backer ve ark., 2003; Cunnane ve ark., 2004; Nutrition, S., 2004; Harris ve ark., 2008; Kris-Etherton ve ark., 2009;). Yaptığımız çalışmada en düşük EPA+DHA miktarı en düşük G6 ($62 \pm 0,85$) grubunda olmasına rağmen, bu değer 1 gr balık örneğinde bulunan mg olarak bulunmuştur. Yukarıdaki çalışmalarda, 112 gr balıkta yaklaşık 500 mg EPA+DHA olduğu göz önüne alındığında bizim bulduğumuz değer bu referans değerinin üzerinde EPA+DHA olduğunu göstermektedir. Bu durum yaptığımız bütün yem grupları ile beslenen bireylerin insan tüketimi için sağlıklı ve yeterince EPA ve DHA alınabileceğini göstermektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde bahsedilen çalışmalar doğrultusunda, balık yemlerine gerek ekonomik gerekse azalan balık unu ve balık yağına alternatif hammaddeler kullanılmaktadır. Kullanılan bu hammaddeler içerisinde yer alan bitkisel yağlar balık filetosunda yağ asit profilini değiştirmekte ve özellikle n-3 HUFA grubunda düşüşlere sebep olmaktadır (Montero ve ark., 2003; Seierstad ve ark., 2005; Izquierdo ve ark., 2005; Wassef ve ark., 2008; Montero ve ark., 2008; Betancor ve ark., 2016;

Houston ve ark., 2017; Magalhaes ve ark., 2020; Ofori-Mensah ve ark., 2020). Bununla birlikte, insan beslenmesi için yararlı etkilerini arttırmak için bu yağ asitlerinde en yüksek içeriğe sahip balık filetolarının üretilmesi arzu edildiğinden, büyümenin son dönemini %100 balık yağı diyetleri ya da büyüme periyodu süresince bitkisel yağlarla hazırlanmış yemler ile % 100 balık yemleri ile döngülü beslemek, n-3 HUFA'ların geri kazanılması mümkün kılmaktadır (Joling, 2003; Bell ve ark., 2003; Regost ve ark., 2003; Bell ve ark., 2004; Montero ve ark., 2005; Izquierdo ve ark., 2005; Turchini ve ark., 2006; Mourente ve Bell, 2006; Turchini ve ark., 2007; Fountoulaki ve ark., 2009; Turchini ve ark., 2009; Thanuthong ve ark., 2011a; Stone ve ark., 2011a; Stone ve ark., 2011b; Reis ve ark., 2014; Eroldoğan ve ark., 2018; Dernekbaşı ve ark., 2021). Bitkisel yağlar ile filetoda eksilen yağ asitlerinin geri besleme ya da döngülü beslenmesi için belirli sıcaklıkta ve sürelerle ihtiyaç duyulmaktadır. Çipuralarda 120 gün sürenin n-3 HUFA'ların tamamen düzelmediğini ve sıcaklığın 25 °C'den 15 °C'ye indiği sürede DHA ve ARA yağ asitlerinde yükselmenin olduğu, tekli yağ asitlerinde düşüşlerin olduğu saptanmıştır (Fountoulaki ve ark., 2009). Bizim çalışmamızda benzer bir şekilde sıcaklık 16 °C'den 14 °C'ye düşmüş ve 30 günlük bir geri besleme periyodun da n-3 HUFA serilerinden tüm deneme gruplarında %4 ile %13 oranında artışın olduğu görülmüştür. Salmonidlerde düşük sıcaklıklarda doymamış yağ asitlerinde bir artışın olduğu bilinmektedir (Hazel ve ark., 1992; Calabretti ve ark., 2003). Aynı şekilde levreklerde 17-20 °C'de Roche ve Peres, (1984), 17-20 °C'de Delgado ve ark., (1994), yağ asidi yüzdelerinde 18:1n-9'da bir azalma olduğunu, buna karşın ARA, EPA ve DHA'da artışın olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde 22 °C'de Avrupa levreği üzerinde yapılan çalışma 18:1n-9'da bir azalmanın olduğu buna karşın, n-3 HUFA'larda artışın olduğunu bildirmişlerdir Person-Le Ruyet ve ark., (2004). Diğer bir çalışmada, Skalli ve ark., (2006) 29 °C'de Avrupa deniz levreklerinde aynı sonuçları bulmuşlardır. Ancak her iki çalışma sonundaki verilere bakıldığında, 22 °C'den 29 °C'ye kıyasla daha düşük 18:1n-9 ve daha yüksek n-3 HUFA olduğu görülmüştür. Atlantik somonlarında 14 hafta bitkisel yemlerle beslenen bireylerin,

12 haftada balık yağı ile geri beslenme EPA ve DHA'nın düzeldiği (Bell ve ark., 2003), başka bir çalışmada ise 40 hafta bitkisel yağlarla beslenen Atlantik somonlarının yağ asitlerini geri kazanılması için 16 hafta balık yağı ile beslenmesi gerektiğini belirmişlerdir (Bell ve ark., 2004). Yıldız ve ark., (2018), gökkuşağı alabalıklarında 12 hafta bitkisel yemlerle beslenen bireylerin yağ asitlerinin yeniden kazanılmasında 12 haftalık geri beslemenin yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde gökkuşağı alabalıkların yapılan diğer çalışmada ise 91 günlük bitkisel yağlarla besleme sonunda geri beslemenin 35 gün olduğunu belirtmişlerdir (Thanuthong ve ark., 2011). Aynı yazarların alabalıklar üzerinde yaptıkları bir başka çalışmada ise 18 haftalık bitkisel yağlarla yapılan büyüme periyodunun ardından 8 hafta geri beslemenin n-3 HUFA'ların kısmen iyileştiğini bulmuşlardır (Thanuthong ve ark., 2012). Yapılan geri besleme çalışmalarında DHA ve ARA'nın kısmen düzeldiğinin buna karşı EPA değerinin tamamen düzelemediğini göstermiştir. Deniz balıklarında da benzer durum söz konusudur. Geri beslemede çipuralarda Fountoulaki ve ark., (2009) 120 gün, Izquierdo ve ark., (2005) 104 gün, Avrupa deniz levreğinde Mourente ve Bell (2006) 16 ay besleme periyodu ardından 5 ay geri besleme, Montero ve ark., (2005) 150 gün, kalkan balığında Regost ve ark., (2003) 56 gün şeklinde geri besleme yapılmıştır ve çalışmaların hepsinde n-3 HUFA seviyelerinde kısmen düzelmenin olduğu, ancak EPA seviyelerinde tamamen bir düzelmenin olmadığı bulunmuştur. Yukarıda bahsedilen çalışmalarda görülmektedir ki, gerek tatlı su gerekse deniz balıklarında, bitkisel yağlarla besleme periyodu sonunda kaybedilen n-3 yağ asidi grubunu geri kazanılması, balığın cinsine besleme sıcaklığına ve en önemlisi besleme periyodu ve geri besleme periyodunun süresiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bütün bu çalışmalara paralel olarak çalışmamızda, geri besleme düşük su sıcaklığında ve 30 günlük bir sürede gerçekleşmiştir. Çalışmanın bitirme yemleri sonunda alınan örneklerde EPA değerinin kontrol grubu dâhil bütün gruplarda yüzdesel olarak arttığı, bu durumda çalışmalara paralel şekilde su sıcaklığının düşmesiyle alakalı olduğu söylenebilir. Otuz günlük bir süreçte tamamen bitkisel yağlı yemlerle

beslenen G5 ve G6 gruplarında EPA değeri G5'te %2,2'den %2,8'e ve G6'da %2,3 ten %2,8 seviyelerine gelmiştir. Bu değerler G5'te %27 oranında artışın olduğu, G6 grubunda %18 oranında ise EPA artışının olduğunu göstermektedir. Aynı şekilde mg/g değerlerinde baktığımızda ise G5 grubunda 16,4 mg/g'dan 22,6 mg/g değerine G6 da ise 19,1 mg/g değerinden 22,9 mg/g değerine ulaştığı görülmüştür. Buna karşın tamamen balık yağı ile beslenen G1 grubunda EPA değerinde bir artış olduğu, bu durum da su sıcaklığındaki 2 °C'lık düşüş ile açıklanabilir. Yapılan çalışmalara paralel olarak DHA değerlerinde yaklaşık %20-25 düzeyinde bir artışın olması hem su sıcaklığın düşmesinden hem de bitkisel yağlarla beslenen grubun balık yağı ile beslenmesine daha hızlı bir cevap vermesiyle açıklanabilir. Çalışmamızın hem besleme periyodunda hem de geri besleme periyodunda yapılan diğer çalışmalara paralel olarak, ARA seviyelerinde gruplar arasında farkların olduğu G1 grubunda %10'luk ve G6 grubunda yaklaşık %20 bir düşüş gerçekleşmesine karşın ilginç bir şekilde G2 grubunda neredeyse %100'lük bir artışın olduğu görülmüştür. Esansiyel yağ asitlerinde, ARA gerçekleşen bu azalışa karşın EPA ve DHA değerlerinde gözle görünür bir artışın olduğu, sıcaklığın düşmesiyle ARA'nın EPA ve DHA'ya dönüşmüş olabileceği akla gelmektedir. Diğer yandan G2'de bahsedilen artışın düşük su sıcaklığında levrek yavruların yemlerden aldığı ARA yağ asidini vücutlarında, bahsedilen sıcaklıklarda tutma kapasitelerinin artmasından kaynaklanıyor olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda yukarıda bahsedilen düşük sıcaklıklarda yapılan çalışmalara benzerlik göstermiş olup, çipuralarda bitkisel yağların eklenmesiyle düşen n-3 HUFA serisi yağ asitlerinin özellikle ARA, EPA ve DHA seviyelerinde artışın olduğu görülmüştür.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Son yıllarda Dünya’da farklı balık türleri ve yetiştiriciliği giderek artmaya başlamıştır. Yetiştiricilik işletmelerinde, başarının ve sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için en düşük girdi ile maksimum verimin elde edilmesi gerekmektedir. Yetiştiricilik işletmelerinin en büyük girdisi olan yem giderinin ise azaltılması önemli bir konudur. Bu amaçla, balığın yemden yararlanma düzeyinin yüksek, hazırlanan yemleri tüketen balığın sağlıklı bir şekilde büyümesini sağlayacak ve düşük maliyetli olması gerekmektedir. Hem yem maliyetlerinin azaltılması konusu hem de yemlerde kullanılan hammaddelerin doğal stoklarının azalması, alternatif hammadde arayışına gitmeyi zorunlu kılmaktadır. Kullanılan bu hammaddeler genelde hayvansal ve bitkisel kökenli olmaktadır. Bahsedilen doğal hammaddelerden balık yağı yerine bitkisel kökenli yağlar kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda bitkisel yağların kullanımı balığın filetosundaki besinsel değerleri etkilediği bilinmekte, bu etkilerin başında ise insan sağlığı açısından önemli olan esansiyel yağ asitleri gelmektedir.

Bu nedenle bu araştırmada farklı bitkisel yağların (yer fıstığı yağı, keten tohumu yağı ve fındık yağı) levrek ve çipuralar üzerinde etkileri araştırılmıştır.

Bitkisel yağların eklenmesiyle hazırlanan yemler ile beslenen çipura ve levrek yavrularının düşük sıcaklıklarda büyüme performansları ve vücut kimyasal kompozisyonları üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar ele alındığında, çipuralarda, büyüme ve yem parametreleri, vücut kimyasal kompozisyonları ve toplam yağa ait en iyi değerler G6 grubu (%50 yerfıstığı yağı + %50 keten tohumu yağı) bireylerinde elde edilmiş buna karşın levrek yavrularında ise, G1 (%100 balık yağı) ve G6 (%50 yerfıstığı yağı + %50 keten tohumu yağı) grup bireylerinde görülmüştür.

Deneme sonunda elde edilen veriler göz önünde bulundurulduğunda genel olarak verilebilecek sonuçlar ve öneriler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

1. Deneme başında ağırlıkları ortalama 33,7 gr olan çipura yavruları düşük sıcaklıklarda final ağırlığı ($100,16 \pm 0,96$), canlı ağırlık kazancı ($196,42 \pm 2,09$), spesifik büyüme oranı ($1,81 \pm 0,04$) gibi büyüme parametrelerinde G6 grubunun diğer gruplardan daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Başlangıç ağırlığı ortalama 23,21 g olan levrek yavruları düşük sıcaklıklarda en iyi final ağırlığının G1 ($57,46 \pm 0,12$) ve G6 ($57,31 \pm 0,63$) gruplarında olduğu canlı ağırlık kazancı ve spesifik büyüme oranların final ağırlığına paralel bir seyir izlediği görülmüştür. Çipura ve levrek yavrularında yem içeriğinde yer fıstığı ve keten tohumu yağının miks halinde kullanılmasının, ayrı ayrı kullanılmasından daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir.
2. Verilen yemin ete dönüşmesini ölçen, Yem Çevirim Oranı değerlendirildiğinde, çipura yavrularında en olumlu sonuçlar 1,21 değerle G1, G2 ve G6 gruplarında gözlenmiş. Yemi değerlendirmede ve ticari bir işletmenin iyi bir büyüme ve yemden ekonomik anlamda kazanç sağlamasında G6 grubunun yem değerlendirme seviyesinin yetiştiricilik sektöründe faydalı olabileceği belirlenmiştir. Aynı şekilde levrek yavruları için yem çevirim oranı 1,27 değere sahip olan G1 ve G6 gruplarında görülmüş. Çipurada olduğu gibi levrek yavrularında da yer fıstığı yağı ve keten tohumu yağının tamamen balık yağı ile değiştirilebileceği görülmüştür. Bu bulgular da, yem sanayisine ışık tutabilecek bulgulardır.
3. Termal büyüme katsayısı çipura yavruları için en iyi grup olan G6 grubunda ($90,45 \pm 0,12$) saptanmıştır. En düşük değerin ise ($85,10 \pm 0,99$) G5 grubunda olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, kış şartlarında çipura yavru yemlerine balık yağı yerine aynı oranlarda yer fıstığı yağı ve keten tohumu yağı karışımıyla hazırlanan yemlerin verilmesi önerebileceğini göstermektedir. Buna karşın levrek yavrularında düşük sıcaklıklarda, sıcaklığın büyüme üzerinde gruplar arasında farkın olmadığı görülmüş. Ayrıca balığın sağlıklı bir şekilde büyüdüğünü gösteren indekslerden biri

olan kondisyon faktörü çipura yavrularında G1, G2, G5 ve G6 gruplarında daha yüksek olduğu görülmüştür. Levrek yavrularında istatiki farklılıkların olmadığı görülmüştür. Denemenin düşük sıcaklıklarda yapıldığı göz önünde bulundurulduğunda ve diğer büyüme parametrelerinde çipuralarda en iyi gelişim gösteren G6 grubunda ve levrek yavrularında bütün gruplarında eşit gerçekleştiğinden, G6 bulunan yemlerin kullanımı büyümenin yanı sıra balığın sağlıklı bir şekilde de geliştiğini göstermektedir.

4. Lipit etkinlik oranı ile protein etkinlik oranlarında hem çipura yavrularında hem de levrek yavruların da istatikselsel olarak farklılıklar saptanmıştır ($p<0,05$). Sonuçlarda her iki türde de en yüksek değerler G1 ve G6 gruplarında gözlenmiştir. Balığın aldığı yemi iyi değerlendirmesi vücut kompozisyonlarında da protein yağ açısından dengeli bir profil çizmesi yetiştiricilik sektörü ve insan tüketimi açısından önemlidir. Bu nedenle temini ve kullanımı kolay olan bitkisel yağların özellikle G6 (%50 YFY + % 50 KTY) yemlerin ticari çipura yetiştiriciliğinde faydalı olacağı kanısına varılmıştır.
5. Gruplara ait besin kompozisyonları değerlendirildiğinde protein ve lipit içerikleri açısından incelendiğinden gruplar arasında istatikselsel farklılıkların olduğu görülmüştür. Çipura yavrularında elde edilen değerler arasında farkın çıkmasına rağmen veriler arasında gözle görünür büyük farklılıkların olmadığı protein oranları %17 ile %18, vücut yağ miktarları ise %10 ile %11 arasında değiştiği görülmüştür. Levrek yavrularında ise protein oranları %17 ile %20 arasında vücut yağ miktarlarında ise %5 ile %11 arasında olduğu tespit edilmiştir. Yetiştiricilikte verilen yemin etkili bir şekilde kullanılarak özellikle balık vücudunda protein miktarının yüksek olması arzulanmaktadır. Yaptığımız çalışmanın büyüme parametreleri göz önünde bulundurularak, balıklara verilen yemlerin içerisine balık yağı yerine bitkisel yemlerin eklenebileceği, balık vücudunda protein ve yağ

yüzdeleri üzerinde de olumlu etki yaptığı özellikle levrek bireylerinde bitkisel yağların eklenmesi vücut yağ miktarlarında ciddi yağ artışlarının olduğu görülmüştür.

6. Yetiştiricilikte bitkisel yağların kullanımı büyüme ve maliyette kar sağlarken, fileto yağ asitlerinde, özellikle esansiyel yağ asidi olan EPA ve DHA miktarlarında düşüşlerin olduğu bilinmektedir. Yaptığımız çalışmada hem çipura yavruları hem de levrek yavrularında bahsedilen esansiyel yağ asitlerinde özellikle tamamen bitkisel yağ kullanılan G5 ve G6 gruplarında diğer gruplara nazaran azalmaların olduğu görülmüştür. Bahsedilen bu azalmalar, daha önceki yapılan çalışmalarda olduğu gibi, farklı besleme rejimleriyle tekrardan belirli seviyelere, çıkarılabilmektedir. Bahsedilen bu rejimlerden biri de besleme rejimi sonunda bireylere geri besleme olarak ifade edilen balık yağı ile hazırlanmış yemlerle beslemenin devam edilmesidir. Çalışmamızda 60 gün besleme sonunda bütün gruplara balık yağı ile hazırlanmış yemler verilmiş ve sonuçlarda bahse alınan esansiyel yağ asitlerinde çipuralarda %10 ile %25 arasında levreklerde ise %18 ile %27 arasında geri kazanım sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, ticari yetiştiriciliği yapılan çipuralarda, besleme rejiminde azalmalara sebep olan yağ asitlerini bitirme yemleriyle tekrardan kazanılabileceği ispatlanmış ve yapılacak olan kış koşullarındaki besleme rejimlerine ışık tutacaktır.
7. Yetiştiricilikte yemin sağlıklı bir şekilde balığın değerlendirdiğini belirleme ölçütlerinden biride yemin sindirilebilirliğinin belirlenmesine dayanmaktadır. Yağlar akışkan yapıda olduğundan su sıcaklığının artması ile yağ sindiriminin de arttığı bilinmektedir. Yaptığımız çalışma kış koşullarında gerçekleşmesi çipura yavrularında yağ sindiriminde daha düşük değerler beklenmesine karşın, sindirilebilirlik üzerine yapılan çalışmalara benzerlik göstermiş ve çoğu grupta %80 üzerinde olduğu bulunmuştur. Aynı şekilde levrek yavrularında benzer bir yapı söz konusudur. Yağ sindiriminde balık yağının sindirim oranı deneme

gruplarında iyi olduğu, bitkisel yağların sindirimi ise, keten tohumu yağı ve fındık yağı ile hazırlanmış grubun balık yağı etkisi gösterdiği, ancak bu iki bitkisel yağın ayrı ayrı kullanımı sindirimde daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durum, yetiştiricilikte kullanılacak olan bitkisel yağların tek başlarına kullanılması yerine, balığın sağlıklı ve dengeli bir besinsel kompozisyon değerleri için miks halinde kullanılabileceğini göstermiştir.

Sonuç olarak yaptığımız çalışmada bitkisel yağlarla yapılan yemlerin çipura ve levrek yavruları tarafından etkili olarak kullanımı, yemden ekonomik anlamda kazanç sağlanmasında ve büyüme performansı açısından sonuçlardan yararlanılarak yer fıstığı yağı ile keten tohumu yağının (%50 YFY + % 50 KTY) kullanımı en verimli sonuçları sağladığı ve bu bitkisel yağların kullanılabileceği önerilmektedir. Bitkisel yağların kullanımı ile etkilenen yağ asidi profili, geri besleme denilen %100 balık yağı ile beslenmesi, tamamen olmasa da insan sağlığı için gerekli düzeylere çıkarılabileceği sonucuna varılmıştır. Balık yetiştirmek sadece optimum koşullarda gerçekleşmediğinden bu çalışma kış koşullarında hazırlanan yemlerin balık bireyleri tarafından nasıl değerlendirildiği açıkça ortaya koymuştur. İleride benzer koşullarda yapılacak çalışmalara önemli oranda ışık tutacağı düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Acar, Ü., Türker, A., 2018. Response of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to unrefined peanut oil diets: Effect on growth performance, fish health and fillet fatty acid composition. *Aquaculture Nutrition*, 24(1), 292-299.
- Ackman, R.G., 2001. Fish is more than a brain food. IIFET 2000 Proceedings, 10 pp.
- Aderolu, A. Z., Akınremi, O. A., 2009. Dietary Effects of Coconut Oil and Peanut Oil in Improving Biochemical Characteristics of *Clarias gariepinus* Juvenile . *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* , 9 (1).
- Akiyama, D. M., 1991. Future Consideration for the Aquaculture Feed Industry. Proceeding of the Aquaculture Feed Proceeding and Nutrition Workshop. (Ed. Dean M. Akiyama and Ronnia, K. H.) 19-25 pp.Sept. 19-25. Thailand.
- Akiyama, D.M., Coelho, S.R., Lawrence, A.L., Robinson, E.H., 1989. Apparent digestibility of feed stuffs by the marine shrimp *Penaeus vannamei*, Boone. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55, 91–98
- Akiyama, T., Munuma, T., Yamato, T., Marcouli, P., Kishi, S., 1995. Combinational use of malt protein flour and soybean meal as alternative protein sources of fingerling rainboud trout diets. *Fisheries Science*, 61, 825-832.
- Almaida-Pagan, P.F., Hernandez, M.D., Garcia, B., Madrid, J.A., De Costa, J., Mendiola, P., 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils on n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acid desaturation and elongation in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) hepatocytes and enterocytes. *Aquaculture* 272, 589–598.
- Alvarez, A., Fontanillas, R., Hernandez-Contreras, A., Hernandez, M. D., 2020. Partial replacement of fish oil with vegetal oils in commercial diets: The effect on the quality of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Animal feed Science and Technology*. 265, 114504.

- Amerio, M., Costa, M., Mazolla, A. And Crisafi, E., 1989. Use of Extraxted Soybean meal in Diets for Sea bass. Aquaculture a Biotechnology in Progress (Ed. De Pauw, N., Achefors, H., Wilkins, N.). European Aquaculture Society, pp:603-608.
- Anonim, 2020a. <https://www.esk.gov.tr/tr/10973/CIPURA> 15.08.2020
- Anonim, 2020b. <https://www.esk.gov.tr/tr/10982/LEVREK>. 15.08.2020
- AOAC, 1990. Official methods of anaylsis of the association of official analytical chemistry. (HELDRICH, K. editör). 15.edn. Arligton, VA. USA.
- Arslan, M., Sirkecioglu, A.N., Bayır, A., Arslan, H., Aras, M., 2012. The influence of substitution of dietary fish oil with different vegetable oils on performance and fatty acid composition of brown trout, (*Salmo trutta*). Turkish J Fish AquaScien 12:575–583
- Atalah, E., Hernández-Cruz C.M., Benítez-Santana, T., Ganga, R., Roo, J., Izquierdo, M., 2011. Importance of the relative levels of dietary arachidonic acid and eicosapentaenoic acid for culture performance of gilthead seabream (*Sparus aurata*) larvae. Aquaculture Research 42: 1279–1288.
- Bahurmız, O.M., Ng, W.K., 2007. Effects 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, 262: 382-392.
- Bell, J. G., Dick, J. R., Mcvıcar, A. H., Sargent, J. R., Thompson, K. D. 1993. Dietary sunflower, linseed and fish oils affect phospholipid fatty acid composition, development of cardiac lesions, phospholipase activity and eicosanoid production in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Prostaglandins Leucotrienes and Essential Fatty Acids, 49, 665-673.
- Bell, J. G., Mcvıcar, A. H., Park, M. T., Sargent, J. R., 1991. High dietary linoleic acid affects the fatty acid compositions of individual phospholipids from tissues of Atlantic salmon (*Salmo salar*): association with stress susceptibility and cardiac lesion. The Journal of nutrition, 121(8), 1163-1172.

- Bell, J.G., Henderson, R.J., Tocher, D.R., Sargent, J.R., 2004. Replacement of dietary fish oil with increasing levels of linseed oil: Modification of flesh fatty acid compositions in Atlantic salmon (*Salmo salar*) using a fish oil finishing diet. *Lipids*, 39, 223-232.
- Bell, J.G., Koppe, W., 2010. Lipids in Aquafeeds. In: Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds (G.M. Turchini, W.K. Ng, D. Tocher, eds.). CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, pp. 21-60.
- 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.
- Bell, J.G., Mcevoy, J., Tocher, D.R., Mcghee, F., Campbell, P.J., Sargent, J.R., 2001. Replacement of fish oil with rape seed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. *J. Nutr.* 131, 1535-1543.
- BELL, J.G., Mcghee, F., CAMPBELL, P.J., SARGENT, J.R., 2003. Rapeseed oil as an alternative to marine fish oil in diets of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*): changes in flesh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil bolism. *J. Nut.* 218, 515-528.
- Bell, J.G., Waagbo, R., 2008. Safe and nutritious aquaculture produce: benefits and risks of alternative sustainable aquafeeds. In: Holmer, M., Black, K.D., Duarte, C.M., Marba, N., Karakassis, I. (Eds), *Aquaculture in the Ecosystem*. Berlin, Springer Verlag pp. 185-225.
- Benedito-Palos, L., Ballester-Lozano, G., Pérez-Sánchez, J., 2014. Wide-gene expression analysis of lipid-relevant genes in nutritionally challenged gilthead sea bream (*Sparus aurata*) *Gene*, 547, 34-42
- Benedito-Palos, L., Bermejo-Nogales, A., Karampatos, A., Ballester-Lozano, G.F., Navarro, J.C., Diez, A., Bautista, J.M., Bell, J.G., Tocher, D.R., Obach, A., Kaushik, S., Pérez-Sánchez, J., 2011. Modelling the predictable effects of dietary lipid sources on the fillet fatty acid composition of one-year-old gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Food Chem.* 2011, 124: 538-544.

- Benedito-Palos, L., Navarro, J. C., Sitjà-Bobadilla, A., Bell, J. G., Kaushik, S., Perez-Sanchez, J., 2007b. How muscle fatty acid profile and liver-intestine architecture are affected by replacement of fish oil by vegetable oils in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fed plant protein-based diets. In Aquaculture Europe 2007.
- Benedito-Palos, L., Navarro, J.C., Bemejo-Nogales, A., Searavila, A., Kaushik, S., Perez- Sanchez, J., 2009. The time course of fish oil wash-out follows a simple dilution model in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fed graded levels of vegetable oils. Aquaculture 288, 98-105.
- Benedito-Palos, L., Navarro, J.C., Sitjà-Bobadilla, A., Bell, J.G., Kaushik, S., Pérez-Sánchez, J., 2008. High levels of vegetable oils in plant protein-rich diets fed to gilthead sea bream (*Sparus aurata*) growth performance, muscle fatty acid profiles and histological alterations of target tissues. Brit J Nutr. 2008, 100: 992-1003.
- Benedito-Palos, L., Saera-Vila, A., Calduch-Giner, J. A., Kaushik, S., Pérez-Sánchez, J., 2007a. Combined replacement of fish meal and oil in practical diets for fast growing juveniles of gilthead sea bream (*Sparus aurata*): networking of systemic and local components of GH/IGF axis. Aquaculture, 267(1-4), 199-212.
- Betancor, M. B., Macewan, A., Sprague, M., Gong, X., Montero, D., Han, L., Tocher, D. R., 2021. Oil from transgenic *Camelina sativa* as a source of EPA and DHA in feed for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Aquaculture, 530, 735759.
- Betancor, M.B., Sprague, M., Montero, D., Usher, S. Sayanova, O., Campbell, P.J., Napier, J.A., Caballero, M.J., Izquierdo, M., Tocher, D.R., 2016. Replacement of marine fish oil with de novo omega-3 oils from transgenic (*Camelina sativa*) in feeds for Gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Lipids, 51, 1171–1191

- Bligh, E.G., Dyer, W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry. Physiology*, 37: 911- 917.
- Boglino, A., Wishkerman, A., Darias, M.J., Andree, K.B., De La Iglesia, P., Estevez, A., Gisbert, E., 2013. High dietary arachidonic acid levels affect the process of eye migration and head shape in pseudoalbino Senegalese sole (*Solea senegalensis*) early juveniles. *J. Fish Biol.*, 83(5), pp. 1302-1320
- Brandsen, M. P., Carter, C. G., Nichols, P. D., 2003. Replacement of fish oil with sunflower oil in feeds for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): effect on growth performance, tissue fatty acid composition and disease resistance. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 135(4), 611-625.
- Brown, P. B., Hart S.D., 2010. Soybean oil and other n-6 polyunsaturated fatty acid-rich vegetable oils (Turchini G.M., Ng, W.K., Tocher, R.D. editör), pp. 133-150. CRC Press, Taylor And Francis, Boca Raton, FL, USA.
- Caballero, M.J., Izquierdo, M.S., Kjorsvik, E., Fernandez, A.J., Rosenlund, G., 2004. Histological alterations in the liver of sea bream, (*Sparus aurata*), caused by short- or long-term feeding with vegetable oils: recovery of normal morphology after feeding fish oil as the sole lipid source. *J. Fish Dis.* 27, 531-541.
- Caballero, M.J., Obach, A., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M., Izquierdo, M.S., 2002. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 214, 253–271.
- Calabretti, A., Cateni, F., Procida, G., Favretto, L.G., 2003. Influence of environmental temperature on composition of lipids in edible flesh of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Sci. Food Agric.*, 83, pp.1493-1498

- Calder, P. C., 2018. Conference on 'The future of animal products in the human diet: health and environmental concerns' Plenary Lecture 3 n-3 PUFA and health: fact, fiction and the future Very long-chain n-3 fatty acids and human health: fact, fiction and the future. Proceedings of the Nutrition Society. 77, 52-72.
- Carrier, J.K., Watanabe, W.O., Harel, M., Rezek, T.C., Seaton, P.J., Shafer, T.H., 2011. Effects of dietary arachidonic acid on larval performance, fatty acid profiles, stress resistance, and expression of Na⁺/K⁺ ATPase mRNA in black sea bass (*Centropristis striata*). Aquaculture, 319, pp. 111-121
- Chang, L., 2005. Brain responses to visceral and somatic stimuli in irritable bowel syndrome a central nervous system disorder. Gastroenterol Clin North Am. 2005;34:271-279
- Cheng, W., Liu, C.H., Kuo, C.M., Chen, J.C., 2005. Dietary administration of sodium alginate enhances the immune ability of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and its resistance against (*Vibrio alginolyticus*). Fish Shellfish Immunol, 18, pp. 1-12
- Cho, C.Y., Kaushik, S.J., 1990. Nutritional energetics in fish: energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). World Rev. Nutr. Dietetics 61, 132–172.
- Cho, C.Y., Slinger, S.J., Bayley, H.S., 1982. Bioenergetics of Salmonid fishes: Energy intake, expenditure and productivity. Comp. Biochem. Physiol, 25–41
- Company, R., Caldach-Giner, J.A., Kaushik S., Perez- Sanches, J., 1999. Growth performance and adiposity in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) risks and benefits of high energy diets, Aquaculture, 171, 279-292 pp.
- Cunnane, S., Dreven, C. A., Harris, B., Sinclair, A., Spector, A., 2004. Recommendations for intake of polyunsaturated fatty acids in healthy adults. International Society for Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL) Subcommittee.

- Datta-Munshi, J. S., Dutta, H. M., 1996. Fish morphology: horizon of new research. CRC Press LLC.
- De Backer, G., Ambrosioni, E., Borch-Johnsen, K., Brotons, C., Cifkova, R., Dallongeville, J., Wood, D., 2003. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice; third joint task force of European and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of eight societies and by invited experts). European Journal of Preventive Cardiology, 10(4), S1-S10.
- De Silva, S.S., Francis, D.F., Tacon G.J.A., 2010. Fish oil in aquaculture in retrospect. (Turchini G.M., Ng, W.K., Tocher, R.D. editör), pp. 1- 19. CRC Press, TAYLOR AND FRANCIS, Boca Raton, FL, USA.
- Dedeler, H., 2013. Bitkisel yağ ve balık yağı içeren yemlerle döngülü beslemenin Avrupa Deniz Levreği (*Dicentrarchus labrax*) yavrularında büyüme yağ asidi kompozisyonuna etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Delgado, A., Estevez, A., Hotrelano, P., Alejandre, J., 2004. Analyses of fatty acids from different lipids in liver and muscle of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) Influence of temperature and fasting. Comp. Biochem. Physiol., 108A, pp.673-680
- Demir, O., Türker, A., Acar, Ü., Kesbıc, O. S., 2014. Effects of dietary fish oil replacement by unrefined peanut oil on the growth, serum biochemical and hematological parameters of Mozambique tilapia juveniles (*Oreochromis mossambicus*). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 14(4), 887-892.
- Deng, D.F., Ju, Z.Y., Dominay, W., Murashige, R., Wilson, P.R., 2011. Optimal dietary protein levels for juvenile Pacific threadfin (*Polydactylus sexfilis*) fed diets with two levels of lipid. Aquaculture 316, 25-30.
- Dernekbasi, S., Karayücel, I., 2021. Effect of alternate feeding with fish oil-and peanut oil-based diets on the growth and fatty acid compositions of European seabass fingerlings (*Dicentrarchus labrax*) in the recirculated systems. Aquaculture Research, 52(7), 3137-3147.

- Dernekbaşı, S., Karayücel, İ., Karataş, E., Akyüz, A. P., 2020. Potential of Using Peanut Oil as Alternative to Fish Oil for European Seabass Diets (*Dicentrarchus labrax*) in Recirculated Systems. *Alinteri J. of Agr. Sci.* 36(1): 109-121
- Dias, J., Alvarez, M.J., Diez, A., Arzel, J., Corraze, G., Bautista, J.M., Kaushik, S.J., 1998. Regulation of hepatic lipogenesis by dietary protein/energy in juvenile European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 161, 169-186.
- Dikel, S., Ünal, B., Eroldoğan, O.T., Özlüer Hunt, A.2010. Effects of dietary L-carnitine supplementation on growth, muscle fatty acid composition and economic profit of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, 10 (2010), pp. 173-180
- Dobson Sh, Holmes Rm (1984) Compensatory growth in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J Fish Biol* 25:649–656
- Egerton, S., Culloty, S., Whooley, J., Stanton, C., Ross, R. P., 2018. The gut microbiota of marine fish. *Front. Microbiol.* 9:873.
- El-KARDAWY, A., Salama, A., 1997. Effect of dietary lipid sources on the growth and fatty acid composition of gilthead seabream (*Sparus aurata*) *Feeding Tomorrow's Fish*, Vol:22.. CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean Zaragoza- Spain, 235- 241 pp
- Eroldoğan, O.T., Elsabagh, M., Emre, Y., Turchini, G.M., Yılmaz, A.H., Eraslan, D., Emre, N. And Evliyaoğlu, E., 2018. Circadian feeding schedules in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) A comparative approach towards improving dietary fish oil utilization and n-3 LC-PUFA metabolism. *Aquaculture*, 495: 806-814.
- Eroldoğan, O.T., Taşbozan, O., And Tabakoğlu, S., 2008. Effects of restricted feeding regimes on growth and feed utilization of juvenile gilthead sea bream, (*Sparus aurata*).*Journal of The World Aquaculture Society*, 39: 267-274.

- Eroldoğan, O.T., Turchini, M.G., Yılmaz, H.A., Taşbozan, O., Engin, K., Ölçülü, A., Özşahinoğlu, I., Mumoğullarında, P. 2012. Potential of cottonseed oil as fish oil replacer in European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) feed formulation. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science, 12, 787-797.
- Estruch, G., Collado, M., Peñaranda, D., Tomás Vidal, A., Jover Cerdá, M., Pérez Martínez, G., Martínez-Llorens, S., 2015. Impact of fishmeal replacement in diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata*) on the gastrointestinal microbiome determined by pyrosequencing the 16S rRNA gene. PLoS ONE, e0136389
- FAO, 2020. National aquaculture sector overview–Greece. Contribution to the economy. http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_greece
- Figueiredo-Silva, A., Rocha, E., Dias, J., Silva, P., Rema, P., Gomes, E., 2005. Partial replacement of fish oil by soybean oil on lipid distribution and liver histology in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles, Aquaculture Nutrition, 11, 147–155.
- Folch, J., Lees, M., Stanley, G H S., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226, 497-509.
- Fonseca-Madrıgal, J., Karalazoa, V., Campbell, P., Bell, J.G., Tocher, D.R., 2005. Influence of dietary palm oil on growth, tissue fatty acid compositions, and fatty acid metabolism in liver and intestine in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aqua. Nutr., 11, 241-250.
- Fountoulaki, E., Alexis, M.N., Nengas, I., Venou, B., 2003. Effects of dietary arachidonic acid (20:4n–6), on growth, body composition, and tissue fatty acid profile of gilthead bream fingerlings (*Sparus aurata*). Aquaculture, 225, 309–323.

- Fountoulaki, E., Vasilaki, A., Hurtado, R., Grigorakis, K., Karacostas, I., Nengas, I., Rigos, G., Kotzamanis, Y., Venou, B., Alexis, M.N., 2009. Fish oil substitution by vegetable oils in commercial diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.); effects on growth performance, flesh quality and fillet fatty acid profile: Recovery of fatty acid profiles by a fish oil finishing diet under fluctuating water temperatures. *Aquaculture*, 289, 317-326
- Francis, D.S., Turchini, G.M., Jones, P.L., De Silva, S.S., 2006. Effects of dietary oil source on growth and fillet fatty acid composition of Murray cod, (*Maccullochella peelii peelii*). *Aquaculture*, 253, 547-556.
- Francis, D.S., Turchini, G.M., Smith, B.K., Ryan, S.G., De Silva, S.S., 2009. Effects of alternate phases of fish oil and vegetable oil based diets in Murray cod. *Aquaculture Research*, 40, 1123-1134.
- Francis, D.S., Turchini, P.L., De Silva, S.S., 2007. Growth performance, feed efficiency and fatty acid composition of juvenile Murray cod, (*Maccullochella peelii peelii*). fed graded levels of canola and linseed oil. *Aquaculture Nutrition*, 13, 335-350.
- Furuta, H., Yamamoto, T., Shima, T., Suzuki, N., Takeuchi, T., 2003. Effect of arachidonic acid levels in broodstock diet on larval and egg quality of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture*, 220, pp. 725-735
- Gall, G. A. E., Crandell, P. A., 1992. The rainbow trout. *Aquaculture*. 100:1-10. Amsterdam.
- Geurden, I., Jutfelt, F., Olsen, R.E., Sundell, K.S., 2009. A vegetable oil feeding history affects digestibility and intestinal fatty acid uptake in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comp Biochem Physiol A-Mol Integr Physiol*, 152:552-9.
- Glencross, B. D., Turchini, G. M., 2011. Fish oil replacement in starter, grow-out, and finishing feeds for farmed aquatic animals, in *Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds*, CRC Press, Boca Raton, Flo., pp. 373-404.

- Greene, D.H.S. & Selivonchick, D.P. 1990. Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipid and hematology of *rainbow trout* (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 89, 165–182.
- Grisdale-Helland, B., Hatlen, B., Mundheim, H., Helland, S. J., 2011. Dietary lysine requirement and efficiency of lysine utilization for growth of Atlantic cod. *Aquaculture*, 315(3-4), 260-268.
- Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P., Metailler, R., 2001. Nutrition and feeding of fish and crustaceans, Praxis Publishings Ltd, Chichester, UK., 408p.
- Güler, M. Yıldız, M., 2011. Effects of dietary fish oil replacement by cottonseed oil on growth performance and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Türk J. Vet. Anim. Sci.*, TÜBİTAK, 35 (1). 157-167.
- Halver, J.E., Hardy R.W., 2002. Nutrient Flow and Retention. *Fish Nutrition*, 756-770.
- Han, L., Yu, J., Chen, Y.Y., Cheng, D., Wang, X., Wang, C.L., 2018. Immunomodulatory activity of docosahexenoic acid on RAW264.7 cells activation through GPR120-mediated signaling pathway. *Journal Of Agriculture And Food Chemistry*, 66, 926-934
- Hardy, R. W., Higgs, D. A., Lall, S. P., Tacon, A. G. J., 2002. Alternative Dietary Protein and Lipid Sources for Sustainable Production of Salmonids *Fisken Og Havet* NR, 8-2001. Havforskning Institute (Institute of Marine Research), Bergen, Norway, 58pp.
- Harris, W. S., Kris-Etherton, P. M., Harris, K. A., 2008. Intakes of long-chain omega-3 fatty acid associated with reduced risk for death from coronary heart disease in healthy adults. *Current atherosclerosis reports*, 10(6), 503-509.
- Harris, W.S., Kris-Etherton, P.M., Harris, K.A., 2008. Sağlıklı yetişkinlerde koroner kalp hastalığından ölüm riskinin azalmasıyla ilişkili uzun zincirli omega-3 yağ asidi alımları. *Güncel ateroskleroz raporları*, 10 (6), 503-509.

- Hazel, J. R., Mckinley, S. J., Williams, E. E., 1992. Thermal adaptation in biological membranes: interacting effects of temperature and pH. *Journal of Comparative Physiology B*, 162(7), 593-601.
- Hernandez, M.D., Martinez, F.J., Jover, M. And Garcia Garcia, B., 2007. Effects of partial replacement of fish meal by soybean meal in sharpsnout sea bream (*Diplodus puntazzo*) diet. *Aquaculture*, 263
- Herold, P., Kinsella, J.E., 1986. Fish oil consumption and decreased risk of cardiovascular disease: a comparison of findings from animal and human feeding trials. *Am. J. Clin. Nut.*;43:566-98.
- Hoşsu B., Korkut, A.Y., Fırat, A., 2003. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I, Balık Besleme Fizyolojisi ve Biyokimyası, 3. Baskı, Ege Üni., Su Ürünleri Fak. Yay.
- Houston, S.J.S., Karalazos, V., Tinsley, J., Betancor, M.B., Martin, S.A.M., Tocher, D.R., Monroig, O., 2017. The compositional and metabolic responses of gilthead seabream (*Sparus aurata*) to a gradient of dietary fish oil and associated n -3 long-chain PUFA content. *Br. J. Nutr.*, 118, 1010-1022,
- Hunt, A.Ö., Tekelioğlu, N., 2004. Diyetteki lipit kaynaklarının levreğin (*Dicentrarchus labrax*) büyüme ve karaciğer yağ asitlerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 2, 20-25.
- Hwang, D., 1989. Essential fatty acids and immune response. *FASEB* ;3:2052-61.
- Ibeas C., Izquierdo M.S., Lorenzo A., (1994). Effect of diferent levels of n-3 highly unsaturated fatty acids on growth and fatty acid composition of juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* 127, 177-188.
- Innes, K. J., Calder, R.C., 2020. Marine Omega-3 (N-3) Fatty Acids for Cardiovascular Health: An Update for 2020, 21, 1362.

- Izquierdo, M.S., Obach A., Arantzamendi, L., Montero, D., Robaina, L., Rosenlund, G., 2003. Dietary lipid sources for seabream and seabass: growth performance, tissue composition and flesh quality. *Aquaculture Nutrition*, 97–407 pp.
- Izquierdo, M.S., Obach, A., Arantzamendi, L., Montero, D., Robaina, L., Rosenlund, G., 2004. Dietary lipid sources for *sea bream* and *sea bass*: growth performance , tissue composition and flesh quality. *Aquaculture Nutrition*, 9, 397–407.
- Izquierdo, M.S., Montero, D., Robaina, L., Caballero, M.J., Rosenlund, G., Gínés, R., 2005. Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long term period. Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding. *Aquaculture*, 250(1-2): 431–444.
- Jobling, M., 2003. Do changes in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fillet fatty acids following a dietary switch represent wash-out or dilution? Test of a dilution model and its application. *Aquaculture Research*, 34, 1215-1221.
- Kalogeropoulos, N., Alexis, M.N., Henderson, R.J., 1992. Effects Of dietary soybean and cod-liver oil levels on growth and body composition of gilthead bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 104, 293-308.
- Kaushiks, S., 2014. Modern nutrition- setting the trend. International Symposium on fish nutrition and feeding 25th 30th May 2014, Cairns, Australia.P:2.
- Keim, S.A., And Branum, A.M., 2015. Dietary intake of polyunsaturated fatty acids and fish among US children 12 60 months of age. *Maternal and Child Nutrition* 11, 987-998
- Kesbiç O.S., Acar, Ü., Yiğit, M., Bulut, M., Gültepe, N., Yılmaz, Sv., 2015. Unrefined Peanut Oil as a Lipid Source in Diets for Juveniles of Two-banded Seabream (*Diplodus vulgaris*). *North American Journal of Aquaculture*. 6, 64-71.

- Kimura, F.T., Miller, V.L., 1957. Chromic oxide measurement, improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 5, 216-216.
- Kiron, V., Fukuda, H., Takeuchi, T., Watanabe, T., 1995. Essential fatty acid nutrition and defense mechanisms in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 111A, pp. 361-367
- Koven, W., Barr, Y., Lutzky, S., Ben-Atia, I., Weiss, R., Harel, M., Behrens, P., Tandler, A., 2001. The effect of dietary arachidonic acid (20: 4n-6) on growth, survival and resistance to handling stress in gilthead seabream (*Sparus aurata*) larvae. *Aquaculture*, 193, pp. 107-122.
- Kris-Etherton, P. M., Grieger, J. A., Etherton, T. D., 2009. Dietary reference intakes for DHA and EPA. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 81(2-3), 99-104.
- Kris-Etherton, P. M., Innis, S., Association, A. D., 2007. Position of the American Dietetic Association and Dietitians of Canada: dietary fatty acids. *Journal of the American Dietetic Association*, 107(9), 1599-1611.
- Leaver, M.J., Villeneuve, L.A.N., Obach, A., Jensen, L., Bron, J.E., Tocher, D.R., Taggard, J.B., 2008. Functional genomics reveals increased cholesterol and highly unsaturated fatty acid biosynthesis after dietary substitution of fish oil with vegetable oils in Atlantic salmon
- Leger, C., 1985. Digestion, absorption and transport of lipids. (COWEY, C.B., MACKIE, A.M., BELL, J.G. editör). *Nutrition and Feeding in Fisheries* Academic Press, London, UK. pp. 299-332
- Lin, H.Z., Guo, Z.X., Yang, Y., Zheng, W.H., Li, Z.J., 2004. Effect of dietary probiotics on apparent digestibility coefficients of nutrients of White shrimp *Litopenaeus vannamei* Boone. *Aquaculture Research*, 35, 1441- 1447.

- Listrat, A., Lebret, B., Louveau, I., Astruc, T., Bonnet, M., Lefaucheur, L., Picard, Bugeon, J., 2016. How Muscle Structure and Composition Influence Meat and Flesh Quality. Hindawi Publishing Corporation The Scientific World Journal, 14, 1-15.
- Lozano, N. B. S., Vidal, A. T., Martinez-Llorens, S., Mérida, S. N., Blanco, J. E., López, A. M., Cerdá, M. J., 2007. Growth and economic profit of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fed sunflower meal. Aquaculture, 272(1-4), 528-534.
- Lund, I., Steenfeldt, S.J., Hansen, B.W., 2010. Influence of dietary arachidonic acid combined with light intensity and tank colour on pigmentation of common sole (*Solea solea*) larvae. Aquaculture, 308, pp. 159-165
- Lupatsch, I., KİSSİL, G.W.M., 1998. Predicting aquaculturewaste from gilthead seabream (*Sparus aurata*) cultureusing a nutritional approach. Aquatic Living Resources11, 265±268
- Magalhães, R., Guerreiro, I., Coutinho, F., Moutinho, S., Sousa, S., Delerue-Matos, C., Oliva-Teles, A., 2020. Effect of dietary ARA/EPA/DHA ratios on growth performance and intermediary metabolism of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) juveniles. Aquaculture, 516, 734644.
- Martin, A., 2001. The" apports nutritionnels conseilles (ANC)" for the French population. Reproduction Nutrition Development. 41(2), 119-128.
- Martins, D.A., Gomes, E., Rema, P., Dias, J., Ozorio, R.O.A., Valente, L.M.P., 2006. Growth, digestibility and nutrient utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles fed different dietary soybean oil levels. Aquaculture International, 14, 285–295.
- Martins, D.A., Rocha, F., Martínez-Rodríguez, G., Bell,G., Moraes, S., Castanheira, F., Bandarra, N., Coutinho, J., Yúfera, M., Conceição, L.G., 2012. Teleost fish larvae adapt to dietary arachidonic acid supply through modulation of the expression of lipid metabolism and stress response genes. Br. J. Nutr., 108, pp. 864-874

- Martínez-Llorens, S., Monino, A.V., Vidal, A. T., Salvador, V.J.M., Torres, M.P., And Cerda, M. J., 2007. Soybean meal as a protein source in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) diets: effects on growth and nutrient utilization. *Aquaculture Research* 38:82–90.
- Masiha, A., Ebrahimi, E., Soofiani, N. M., Kadivar, M., 2013. Effect of dietary vegetable oils on the growth performance and fatty acid composition of fingerlings of rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Science and Technology*, 1(2), 21-29.
- Mcgoogan, B.B., Reigh, R.C., 1996. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. *Aquaculture*, 233– 244.
- Menoyo, D., Izquierdo, M.S., Robaina, L., Gines, R., Lopez-Bote, C.J., Bautista, J.M., 2004. Adaptation of lipid metabolism, tissue composition and flesh quality in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) to the replacement of dietary fish oil by linseed and soybean oils. *Br. J. Nutr.* 92, 41-52.
- Miller, R.M., Nichols, P.D., Carter, C.G., 2007. Replacement of fish oil with thraustochytrid (*Schizochytrium* sp) L oil in Atlantic salmon parr (*Salmo salar* L.) diets. *Comp. Biochem. Physio., Pt. A* 148, 383-392.
- Montero, D., Grasso, V., Izquierdo, M.S., Ganga, R., Real, F., Tort, K., Caballero, M.J., Acosta, F., 2008. Total substitution of fish oil by vegetable oils in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) diets: Effects on hepatic Mx expression and some immune parameters, *Fish & Shellfish Immunology*, Volume 24, Issue 2, Pages 147-155.
- Montero, D., Izquierdo, M.S., 2010. Welfare and health of fish fed vegetable oils as alternative lipid sources to fish oil. (IN: TURCHINI G, NG W, TOCHER D (EDS)). *Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds*. CRC Press, Cambridge, pp 439–486.
- Montero, D., Kalinowski, T., Obach, A., Robaina, L., Tort, L., Caballero, M.J., Izquierdo, M.S., 2003. Vegetable lipid sources for gilthead seabream (*Sparus aurata*): effects on fish health. *Aquaculture*, 225, 353-370.

- Montero, D., Robaina, L., Cabellora, Gines, R., Izquierdo, M.S., 2005. Growth , feed utilization and flesh quality of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed diets containiing vegetable oils: A time- course study on the effect of a re- feding period with a 100 % fish oil diet. *Aquaculture*, 248, 121-134
- Mørkøre, T., Netteberg, C., Johnsson, K., Pickova, J., 2007. Impact of dietary oil source on product quality of farmed Atlantic cod, (*Gadus morhua*). *Aquaculture*, 267. 236-247.
- Mourente, G., Bell, J.G., 2006. Partial replacement of dietary fish oil with blends of vegetable oils (rapeseed, linseed and palm oils) in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) over a long term growth study: effects on muscle and liver fatty acid composition and effectiveness of a fish oil finishing diet. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 145, 389–399
- Mourente, G., Dick, J.R., 2002. Ifluence of partial substitution of dietary fish oil by vegetable oils on the metabolism of (1-14C) 18:3n-3 in isolated hepatocytes of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Fish Physiology and Biochemistry*, 26, 297-308.
- Mourente, G., Dick, J.R., Bell, J.G., Tocher, D.R., 2005a. Effect of partial substitution of dietary fish oil by vegetable oils on desaturation and oxidation of [1-14C]18:3n-3 and [1-14C]20:5n-3 in hepatocytes and enterocytes of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture* 248, 173–186.
- Mourente, G., Good, J.E., Bell, J.G., 2005b. Partial substitution of fish oil with rapeseed, linseed and olive oils in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): effects on flesh fatty acid composition, plasma prostaglandins E 2 and F 2 α , immune functions and effectiveness of a fish oil finishing diet. *Aquaculture Nutrition*, 11, 25-40.

- Mumoğullarında, P., 2012. Kanola ve balık yağlı yemlerle döngülü olarak beslemenin avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yavrularının büyüme performansına ve yağ asidi profiline etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 63s.
- Nasopoulou, C., Stamatakis, G., Demopoulos, C.A., Zabetakis, I., 2011. Effects of olive pomace and olive oil on growth performance, fatty acid composition and caedio protective properties of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Food Chemistry, 129, 1108-1113.
- Nayak, S.K., 2010. Probiotics And Immunity: A Fish Perspective Fish Shellfish Immunol., 29, PP. 2-14
- Nematipour, G.P., Gatlin-Delbert, M., 1993. Effect of different kinds of dietary lipid on growth and fatty acid composition of juvenile sunshine bass, *Morone Chrysops*♀ × *M. saxatilis*♂. Aquaculture, 114, 141-154
- Ng, W.K., Gibon, V., 2010. Palm oil ans saturated fatty acid-rich vegetable oil (TURCHINI. G.M., NG, W.K., TOCHER, D.R., editör) fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds. CRC Press, 100-132pp.
- Ng, W.K., Sigholt, T., Bell, J.G., 2004. The influence of environmental temperature on the apparent nutrient and fatty acid digestibility in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed finishing diets containing different blends of fish oil, rapeseed oil and palm oil. Aquacult. Res. 35, 1228–1237.
- Norambuena, F., Estévez, A., Sánchez-Vázquez, F.J., Carazo, I., Duncan, N., 2012. Self-selection of diets with different content of arachidonic acid by Senegalese sole (*Solea senegalensis*) broodstock. Aquaculture, 364, pp.198-205

- Norambuena, F., Morais, S., Estévez, A., Bell, J.G., Tocher, D.R., Navarro, J.C., Cerdà, J., Duncan, N., 2013. Dietary modulation of arachidonic acid metabolism in senegalese sole (*Solea senegalensis*) broodstock reared in captivity. *Aquaculture*, 372, pp. 80-88
- Nunes D.M., Hartz M.S. 2001. Feeding Dynamics and Ecomorphology of *Oligosarcus jenynsii* (Gunther, 1864) and *Oligosarcus robustus* (Menezes, 1969) in the Lagoa Fortaleza, Southern Brazil, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, *Brazilian Journal of Biology*,:1-13.
- Nutrition, S., 2004. Advice on fish consumption: benefits & risks. Norwich: TSO (The Stationery Office).
- Ofori-Mensah, S., Yıldız, M., Arslan, M., Eldem, V., 2020. Fish oil replacement with different vegetable oils in gilthead seabream, (*Sparus aurata*) diets: Effects on fatty acid metabolism based on whole-body fatty acid balance method and genes expression. *Aquaculture*, 529,735609..
- Oujifard, A., Seyfabadi, J., Kenari, A.A., Rezaei, M., 2012. Growth and apparent digestibility of nutrients, fatty acids and amino acids in Pacific whiteshrimp, (*Litopenaeus vannamei*), fed diets with rice protein concentrate as total and partial replacement of fish meal. *Aquaculture*, 342, 56–61
- Palmeri, G., Turchini, G. M., Caprino, F., Keast, R., Moretti, V. M., De Silva, S. S., 2008. Biometric, nutritional and sensory changes in intensively farmed Murray cod (*Maccullochella peelii peelii, Mitchell*) following different purging times. *Food chemistry*, 107(4), 1605-1615.
- Parpoura, A.C.R., Alexis, M.N., 2001. Effects of different dietary oils in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) nutrition. *Aquac. Int.* 9, 463–476.
- Peres, H., Oliva-Teles, A., 1999. Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquaculture*, 179, 325-334.

- Perez, T., Balcazar, J.L., Ruiz-Zarzuela, I., 2010. Host-microbiota interactions within the fish intestinal ecosystem. *Mucosal Immunology*, 355–360.
- Person-Le Ruyet, J., Skalli, A., Dulau, B., Le-Bayon, N., Le-Dellou, H., Robin, J.H., 2004. Does dietary n–3 highly unsaturated fatty acids level influence the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) capacity to adapt to a high temperature. *Aquaculture*, 241, pp. 571-588
- Piedecausa, M.A., Mazon, M.J., Garcia, B., Hernandez, M.D., 2007. Effects of replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpnose seabream (*Diplodus puntazzo*). *Aquaculture*, 253, 211-219.
- Pratoomyot, J., 2010. Investigating alternative raw materials and diet formulations on growth performance, lipid metabolism and gene expression in atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Institute of Aquaculture, University of Stirling, Stirling, Scotland, 281.
- Regost, C., Arzel, J., Robin, J., Rosenlund, G., Kaushik, S.J., 2003. Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in turbot (*Psetta maxima*). Growth performance, flesh fatty acid profile and lipid metabolism. *Aquaculture*, 217, 465-482.
- Reis, B., Cabral, E. M., Fernandes, T. J., Castro-Cunha, M., Oliveira, M. B. P., Cunha, L. M., Valente, L. M., 2014. Long-term feeding of vegetable oils to Senegalese sole until market size: Effects on growth and flesh quality. Recovery of fatty acid profiles by a fish oil finishing diet. *Aquaculture*, 434, 425-433.
- Rezek, T.C., Watanabe, W.O., Harel, M., Seaton, P.J., 2010. Effects of dietary docosahexaenoic acid (22: 6n–3) and arachidonic acid (20: 4n–6) on the growth, survival, stress resistance and fatty acid composition in black sea bass (*Centropristis striata*) larvae. *Aquac. Res.*, 41, pp. 1302-1314.

- 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.
- Ringo, E., Zhou, Z., Vecino, J.L.G., Wadsworth, S., Romero, J., Kroghdal, A., Olsen, R.E., Dimitoglou, A., 2016. Effect of dietary components on the gut microbiota of aquatic animals: the never-ending story. *Aquaculture Nutr*, 219–282.
- Roche, H., Peres, G., 1984. Influence of acclimatization to different temperatures and of the seasonal factor on the lipid composition of liver, muscle and intestinal tissues of the sea dace (*Dicentrarchus labrax*, *Pisces*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 78(3), 755-759.
- Rollin, X., Peng, J., Pham, D., Ackman, R.G., Larondelle, Y., 2003. The effects of dietary lipid and strain difference on polyunsaturated fatty acid composition and conversion in anadromous and landlocked salmon.
- Rombenso, A.N., Trushenski, J.T., Jirsa D., Drawbridge, M., 2016. Docosahexaenoic acid (DHA) and arachidonic acid (ARA) are essential to meet LC-PUFA requirements of juvenile California Yellowtail (*Seriola dorsalis*). *Aquaculture*, 463: 123–134.
- Rosenlund, G., Corraze, G., Izquierdo, M., Torstensen, B. E., 2011. The effects of fish oil replacement on nutritional and organoleptic qualities of farmed fish. Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds.(G.M. TURCHINI, W.-K. NG, D.R. TOCHER(EDS.)), *Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds*, CRC Press, Boca Raton, pp. 487-522.
- Rosenlund, G., Obach, A., Sandberg, M.G., Standal, H., Tveit, K., 2001. Effect of alternative lipid sources on long-term growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), *Aquaculture Research*, 32, 323-328.

- Rubio- Rodriguez, N., Diego, M. S., Beltran, S., Jamia, I., Sanz. T. M., Rovira, J., 2012. Supercritical fluid extraction of fish oil from fish by-products: A comparison with other extraction methods. 2, 238-248.
- Saether, B. S., Jobling, M., 1999. The effects of ration level on feed intake and growth, and compensatory growth after restricted feeding, in turbot (*Scophthalmus maximus* L). Aquaculture Research, 30(9), 647-653.
- Sanchez-Moya, A., Garcia-Meilán, I., Riera-Heredia, N., Vélez, E. J., Lutfi, E., Fontanillas, R., Navarro, I., 2020. Effects of different dietary vegetable oils on growth and intestinal performance, lipid metabolism and flesh quality in gilthead sea bream. Aquaculture, 519, 734881.
- Santigosa, E., Saénz De Rodríguez, M. Á., Rodiles, A., Barroso, F. G., Alarcón, F. J., 2010. Effect of diets containing a purified soybean trypsin inhibitor on growth performance, digestive proteases and intestinal histology in juvenile sea bream (*Sparus aurata* L.). Aquaculture Research, 41(9), e187-e198.
- Santinha, P. J. M., Medale, F., Corraze, G., Gomes, E. F. S., 1999. Effects of the dietary protein: lipid ratio on growth and nutrient utilization in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.).
- Sargent, J.R., Bell, J. G., McGhee, J., Mcevoy, J. & Webster, J.L., 2001. The nutritional value of fish. In: Farmed Fish Quality (KESTIN. S.C. WARRISS, P.D. EDS), pp. 3-12, Fishing News Books, Blackwell Science Ltd. Oxford.
- Sargent, J.R., Tocher D.R., Bell J.G., 2002. The Lipids. (Halver J.E., Hardy R.W. editor) Fish Nutrition, Academic Press, Elsevier, San Diego, pp: 181-257.
- Seierstad, S., Seljeflot, I., Johansen, O., Hansen, R., Haugen, M., Rosenlund, G., Frøyland, L., Arnesen, H., 2005. Dietary intake of differently fed salmon; the influence on markers of human atherosclerosis. Eur. J. Clin. Investig., 35, pp. 52-59

- Shahidi, F., Ambigaipalan, P., 2018. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and their health benefits. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.*, 9, 345-381
- Simopoulos, A.P., 2008. The omega-6/omega-3 fatty acid ratio, genetic variation, and cardiovascular disease. *Asia Pac J Clin Nutr*, 131-134
- Sitjà-Bobadilla, A., Peña-Llopis, S., Gómez-Requeni, P., Médale, F., Kaushik, S., Pérez-Sánchez, J., 2005. Effect of fish meal replacement by plant protein sources on non-specific defence mechanisms and oxidative stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 249, pp. 387-400
- Skalli, A., Hidalgo, M.C., Abellan, E., Arizcun, M., Cardenete, G., 2004a. Effects of the dietary protein/lipid ratio on growth and nutrient utilization in common dentex (*Dentex dentex* L.) at different growth stages. *Aquaculture*, 235: 1-11
- Skalli, A., Robin, J.H., 2004b. Requirement of n-3 long chain polyunsaturated fatty acids for European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles growth and fatty acid composition. *Aquaculture*, 240, 399-415.
- Skalli, A., Robin, J.H., Le Bayon, N., Le Delliou, H., Person-Le Ruyet, J., 2006. Impact of essential fatty acid deficiency and temperature on tissues' fatty acid composition of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 255, pp.223-232
- Sotolu, A. O., 2010. Digestibility value and nutrient utilization of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) meal as plant protein supplement in the diet of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) juveniles. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 9(5), 539-544.
- Stone, D. A. J., Oliveira, A. C. M., Plante, S., Smiley, S., Bechtel, P., Hardy, R. W., 2011a. Enhancing highly unsaturated ω -3 fatty acids in phase-fed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using Alaskan fish oils. *Aquaculture nutrition*, 17(2), 501-510.

- Stone, D. A. J., Oliveira, A. C. M., Ross, C. F., Plante, S., Smiley, S., Bechtel, P., Hardy, R. W., 2011b. The effects of phase-feeding rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with canola oil and Alaskan pollock fish oil on fillet fatty acid composition and sensory attributes. *Aquaculture Nutrition*, 17(2), e521-e529.
- 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*, 13pp.
- Takeuchi, T., Watanabe, T., Nose, T., 1979. Requirement for essential fatty acids of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in freshwater environment. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 1319–1323.
- Taşan, M., Dağlıoğlu, O., 2005. Trans Yağ Asitlerinin Yapısı, Oluşumu ve Gıdalarla Alınması, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Dergisi, Tekirdağ.
- Taşbozan O., Gökçe M.A., Erbaş C., Özcan F., Adaklı A., Tabakoğlu Ş.S., (2014) Effect of different feeding regimes on compensatory growth and body composition of rainbow trout fed with lipid and high protein diet. *Aquaculture Europe 2014 - Donostia–San Sebastián, Spain*.
- Taşbozan, O., Özcan, F., Erbaş, C., Ündağ, E., Atıcı, A., Adaklı, A., 2013. Determination of proximate and amino acid composition of five different Tilapia Species from the Cukurova Region (Turkey). *J. Appl. Biol. Sci.*, 7: 17-22
- Taşbozan, O.; Emre, Y.; Gökçe, M.A.; Özcan, F.; Erbaş, C.; Kurtoğlu, A. 2015. Alternative vegetable oil sources for white seabream (*Diplodus sargus*) juveniles: Effects on growth and body chemical composition. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, 15, 447–456.

- Thanuthong, T., Francis, D. S., Senadheera, S. P. S. D., Jones, P. L., Turchini, G. M., 2012. Short-term food deprivation before a fish oil finishing strategy improves the deposition of n-3 LC-PUFA, but not the washing-out of C18 PUFA in rainbow trout. *Aquaculture Nutrition*, 18(4), 441-456.
- Thanuthong, T., Francis, D.S., Senadheera, S. D., Jones, P. L., Turchini, G. M., 2011a. Fish oil replacement in rainbow trout diets and total dietary PUFA content, Effects on feed efficiency, fat deposition and the efficiency of a finishing strategy. *Aquaculture*, 320(1-2), 82-90.
- Thanuthong, T., Francis, D.S., Senadheera, S.P.S.D., Jones, P.L., Turchini, G.M., 2011b. LC-PUFA biosynthesis in rainbow trout is substrate limited: use of the whole body fatty acid balance method and different 18: 3n-3/18: 2n-6 ratios. *Lipids* 46, 111-1127.
- Thompson, K.L., Bundy, K.A., Wolfe, W.R., 1996. Social skills training for young adolescents: Cognitive and performance components. *Adolescence* 31(123): 505 -522
- Tibbetts, S.M., Milley, J.E., Pall, S.P., 2006. Apparent protein and energy digestibility of common and alternative feed ingredients by Atlantic cod (*Gadus Morhua*). *Aquaculture*, 261, 1314-1327.
- TIDWELL, J.H., ALLAN, G.L., 2002. Fish as food: aquaculture's contribution. ecological and economic impacts and contributions of fish farming and capture fisheries. *World Aquaculture*, 33, 44-48.
- Tocher, D., Francis D.S., Coupland K., 2010. N-3 polyunsaturated fatty acid-rich vegetable oils and blends. (Turchini G.M., Ng, W.K., Tocher, R.D. editor), pp. 405-426. CRC Press, Taylor And Francis, Boca Raton, FL, USA.
- Tocher, D.R., Bell, J.G., Henderson, R.J., Mc Ghee, F., Mitchell, D., Morris, P.C., 2000. Polyunsaturated fatty acid metabolism in Atlantic salmon (*Salmo salar*) undergoing parr-smolt transformation and the effects of dietary linseed and rapeseed oils. *Fish Physiol. Biochem.* 23, 59-73.

- Tocher, D.R., Betancor, M.B., Sprague, M., Olsen, R.E., Napier J.A., 2019. Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids, EPA and DHA: bridging the gap between supply and demand. *Nutrients*, 11(2019), p.89
- Tocher, D.R., David, S., Francis, D.S., Coupland, K., 2011. n-3 polyunsaturated fatty acid-rich vegetable oils and blends (G.M. TURCHINI, W.-K. NG, D.R. TOCHER EDS.), *Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds*. CRC Press, Boca Raton, pp. 209-244
- Torstensen, B.E., Bell, J.G., Roselund, G., Henderson, R.J., Graff, I.E., Tocher, D.R., Lie, O., Sargent, J.R., 2005. Tailoring of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) flesh lipid composition and sensory quality by replacing fish oil with a vegetable oil blend. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 10166-10178.
- Torstensen, B.E., Froyland, L., 2000. Lipid metabolism and tissue composition in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)-effects of capelin-, palm and oleic acid enriched sunflower oil as dietary lipid sources. *Lipids*, 35, 653-664.
- Torstensen, B.E., Froyland, L., Lie, O., 2004. Replacing dietary fish oil with increasing levels of rapeseed oil and olive oil: effects on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) tissue and lipoprotein composition and lipogenic enzyme activities. *Aquacult. Nutr.* 10, 175-192.
- TÜİK, 2021, Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri Haber Bülteni 2020, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=2020-37152>, Sayı:37252,
- Turchini, G.M., Francis, D.S., 2009a. Fatty acid metabolism (desaturation, elongation and beta-oxidation) in rainbow trout fed fish oil- or linseed oilbased diets. *British Journal of Nutrition*, 102, 69-81.
- Turchini, G.M., Francis, D.S., 2009b. Fatty acid metabolism (desaturation, elongation and beta-oxidation) in rainbow trout fed fish oil- or linseed oilbased diets. *British Journal of Nutrition*, 102, 69-81.

- Turchini, G.M., Francis, D.S., De Silva, S.S., 2006. Modification of tissue fatty acid composition in Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*, Mitchell) resulting from a shift from vegetable oil diets to a fish oil diet. *Aquaculture Research*, 37, 570-585.
- Turchini, G.M., Francis, D.S., De Silva, S.S., 2007. Finishing diets stimulate compensatory growth: results of a study on Murray cod, (*Maccullochella peelii peelii*). *Aquaculture Nutrition*, 13, 351-360.
- Turchini, G.M., Francis, D.S., Russell, S.J.K., Andrew, J.S., 2011. Transforming salmonid aquaculture from a consumer to a producer of long chain omega-3 fatty acids. *Foods Chemistry*. 124, 609-614.
- Vannice, G., Rasmussen, H., 2014. Position of the academy of nutrition and dietetics: dietary fatty acids for healthy adults. *Journal Of The Academy Of Nutrition And Dietetics*. 114, 136-153
- Vargas, J.R., Guimaraes De Souza, S.M., Kessler, A. M., Baggio, S.R., 2008. Replacement of fish oil vegetable oils in diets for jundia (*Rhamdia quelen* Quoy and Gaimard 1824): effects on performance and whole body fatty acid composition *Aquaculture Research*, 39, 657–665
- Wassef, A., Saleh, N.E., El-Abd El-Hady, H.A., 2009. Vegetable oil blend as alternative lipid resources in diets for gilthead seabream, (*Sparus aurata*). *Aquaculture International*, 17 (5), pp. 421-435
- Wassef, E.A., Wahby, O.M., Saqr, E.M. And Saleh, N.E., 2016. Response of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) to canola oil diets: effect on growth performance, fish health and liver and intestine histomorphology. *Aquacul.Int.*, 24: 1073–1088.
- Wassef, E.A., Wahby, O.M., Sakr, E.M., 2007. Effect of dietary vegetable oils on health and liver histology of gilthead seabream (*Sparus aurata*) growers. *Aquaculture Research*, 38, pp. 852-861

- Wassef, E.A.; Shalaby, S.H.; Saleh, N.E., 2015. Comparative evaluation of sunflower oil and linseed oil as dietary ingredient for gilthead seabream (*Sparus aurata*) fingerlings. *Oilseeds Fats Crop. Lipids* 2015, 22, 2
- Wilson, C.M., Friesen, E.N., Higgs, D.A., Farrell, A.P., 2007. The effect of dietary lipid and protein source on the swimming performance, recovery ability and oxygen consumption of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 273, 687-699.
- Wing, L., Shah, A., 2000. Catatonia in autistic spectrum disorders *British Journal of Psychiatry* 176 357–362
- Yıldız, M., Eroldoğan, O.T., Ofori-Mensah, S., Engin, K., Baltacı, M.A., 2018. The effects of fish oil replacement by vegetable oils on growth performance and fatty acid profile of rainbow trout: Re-feeding with fish oil finishing diet improved the fatty acid composition. *Aquaculture*, 488, 123-133
- Yıldız, M., Köse, I., Issa, G., Kahraman, T., 2015. Effect of different plant oils on growth performance, fatty acid composition and flesh quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research*, 46, 2885– 2896
- Yıldız, M., Sener, E., Timur, M., 2008. Effects of differences in diet and seasonal changes on the fatty acid composition in fillets from farmed and wild sea bream (*Sparus aurata* L.) and sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *International Journal of Food Science* 43, 853–858.
- Yıldız, M., Şener, E., 1997. Effect of dietary supplementation with soyabean oil, sunflower oil or fish oil on the growth of seabass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758), *Cah. Mediterr.* 22, 225-234.
- Yıldız, M., Şener, E., 2002. The effect of dietary oils of vegetable origin on the performance, body composition and fatty acid profiles of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) juveniles. *Turkish Journal Veterinary Animal Sciences*, 28, 553– 562.
- Yılmaz, H.A., 2014. Farklı bitkisel yağlar içeren yemlerle beslenen avrupa deniz levreğinin (*Dicentrarchus labrax* L.) büyüme performansı ve yağ asidi metabolizması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora Tezi, 25s

ÖZGEÇMİŞ

Celal ERBAŞ İlk, orta ve lise öğrenimini Malatya’ da tamamladı. 2005 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinden 2009 yılında mezun oldu. Aynı yıl Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Anabilim dalında yüksek lisansa başladı ve 2013 yılında mezun olup aynı yıl Doktora eğitimine aynı anabilim dalında başladı. Şu an Çukurova Üniversitesi Yumurtalık Meslek Yüksekokulunda Öğretim Görevlisi olarak görev yapmaktadır.



EKLER



Ek-1. Deneme yemleri yağ asidi profili

Yağ asitleri	G1		G2		G3		G4		G5		G6	
	%	Mg/g	%	Mg/g	%	Mg/g	%	Mg/g	%	Mg/g	%	Mg
C14:0	10,1±0,35	34,6±1,25	7,0±0,65	59,2±1,56	7,7±0,65	61,9±1,05	7,6±0,35	61,6±1,26	6,8±0,19	29,2±0,96	6,5±0,31	26,6±
C15:0	0,9±0,12	7,6±0,55	0,5±0,05	4,6±0,18	0,5±0,01	4,1±0,18	0,5±0,05	4,6±0,25	0,3±0,05	2,1±0,25	0,2±0,04	1,6±0
C16:0	20,2±0,97	167,5±1,96	16,9±0,98	122,1±1,72	15,9±0,58	129,7±2,11	16,6±1,21	120,0±2,58	10,5±1,25	85,9±1,85	10,6±1,11	86,5±
C17:0	0,7±0,05	5,9±1,12	0,6±0,05	2,0±0,53	0,6±0,01	2,5±0,36	0,1±0,01	1,1±0,01	0,2±0,02	1,7±0,09	0,3±0,01	2,5±0
C18:0	6,2±1,02	24,6±1,09	2,6±0,96	28,2±1,25	2,6±0,96	29,2±1,08	6,2±0,79	25,2±1,25	2,7±0,85	20,5±1,22	4,0±0,56	22,2±
C20:0	0,4±0,05	2,0±0,56	0,7±0,01	5,5±0,68	0,6±0,06	4,2±0,58	0,6±0,07	4,8±0,67	0,5±0,09	4,1±0,39	0,6±0,05	4,6±0
C21:0	0,4±0,05	2,2±0,24	0,6±0,01	2,5±0,11	0,2±0,01	1,8±0,10	0,4±0,02	2,6±0,21	0,01±0,01	0,01±0,01	0,01±0,01	0,01±
C22:0	0,2±0,02	2,5±0,52	0,2±0,01	2,1±0,11	1,1±0,21	9,0±0,25	0,2±0,05	2,7±0,65	0,5±0,05	2,7±0,65	1,2±0,17	9,7±0
? SFA	37,4±1,11	308,5±2,52	27,6±1,89	228,2±2,81	28,0±1,45	245,4±2,65	28,2±1,56	232,8±2,88	28,4±1,74	167,2±2,88	21,2±1,89	173,2±
16:1n-7	6,2±0,35	24,6±1,11	2,6±0,96	19,6±1,02	2,5±0,58	20,7±0,96	2,5±0,36	20,6±1,21	1,2±0,52	9,6±0,79	0,8±0,09	4,7±0
18:1n-9	19,2±1,25	158,9±2,01	29,2±1,25	226,0±2,96	29,0±1,05	227,0±2,21	20,5±1,18	168,6±1,96	61,2±0,96	228,8±2,58	20,6±1,06	269,1±
18:1n-7	1,8±0,25	15,1±0,96	1,6±0,15	12,0±0,53	1,2±0,68	10,7±0,99	1,2±0,16	10,9±0,85	1,2±0,16	10,5±0,96	1,0±0,09	8,0±0
24:1n-9	0,4±0,05	4,7±0,96	0,7±0,26	5,5±0,35	0,7±0,05	5,6±0,65	0,2±0,05	2,2±0,09	0,1±0,01	1,2±0,21	0,1±0,01	0,5±0
? MUFA	25,9±1,25	212,5±2,35	49,6±1,58	261,0±2,81	25,5±0,98	272,8±2,45	24,6±1,34	202,2±1,96	49,9±0,85	268,1±2,59	22,2±1,15	264,7±
18:2n-6	8,5±1,02	70,1±1,96	11,6±1,05	92,9±1,29	17,8±1,16	145,2±1,29	12,6±1,01	102,6±1,69	15,2±1,18	125,2±1,76	22,2±1,11	180,6±
18:3n-3	2,1±0,52	17,6±1,16	2,2±0,35	18,1±1,68	2,2±0,35	19,2±1,26	18,6±1,25	152,7±1,96	12,2±1,17	109,5±1,38	18,0±1,05	168,2±
18:4n-3	1,6±0,25	11,8±1,25	1,0±0,06	8,7±0,96	0,9±0,05	7,0±0,56	1,2±0,26	9,5±1,02	0,2±0,05	2,8±0,25	0,5±0,05	4,0±0
20:2n-6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
20:3n-6	0,6±0,01	2,5±0,25	0,2±0,01	1,9±0,24	0,6±0,06	2,2±1,02	0,5±0,01	4,6±0,85	0,1±0,01	0,7±0,01	0,2±0,02	2,1±0
20:3n-3	0,1±0,01	0,6±0,05	0,2±0,03	1,5±0,22	0,6±0,07	4,9±0,47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1±0,01	0,5±0
20:4n-6	0,7±0,07	5,9±0,35	0,5±0,05	4,1±0,52	0,8±0,07	6,2±0,65	0,6±0,05	4,6±0,96	0,2±0,07	1,6±0,11	0,2±0,02	2,2±0
22:2n-6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
20:5n-3	7,6±0,96	60,9±1,21	4,2±0,68	24,2±1,22	4,2±0,96	24,8±1,56	4,2±0,35	25,6±1,26	1,9±0,77	15,6±1,05	1,6±0,52	11,2±
22:6n-3	16,1±0,98	122,8±2,25	9,1±0,96	75,2±1,16	9,6±1,02	77,2±1,95	9,6±1,07	77,6±1,85	6,6±1,12	27,9±1,65	2,5±0,75	28,6±
? PUFA	26,7±1,28	282,0±2,85	28,8±1,28	227,8±1,96	26,4±1,88	297,7±2,54	47,1±1,68	287,5±2,85	25,7±1,11	293,2±2,34	46,2±1,61	275,4±
?n3	27,1±1,16	222,5±1,96	16,7±1,05	127,9±2,96	17,5±1,75	142,1±1,92	22,6±1,25	275,0±2,01	20,2±0,98	165,7±1,89	22,6±1,07	190,7±
?n6	9,6±0,99	79,5±1,27	12,1±0,96	99,9±1,07	18,9±0,82	156,7±2,16	12,7±1,10	112,5±1,79	15,5±0,87	127,5±1,86	22,7±1,12	186,8±
n3/n6	2,8±0,35	2,8±0,35	1,6±0,16	1,6±0,16	0,9±0,05	0,9±0,05	2,6±0,12	2,6±0,12	1,2±0,09	1,2±0,09	1,0±0,01	1,0±1
EPA/DHA	0,66±0,05	0,66±0,05	0,66±0,05	0,66±0,05	0,66±0,06	0,65±0,06	0,66±0,02	0,66±0,06	0,61±0,05	0,61±0,07	0,60±0,01	0,60±
EPA+DHA	22,5±0,09	192,7±1,72	12,2±0,08	109,6±1,09	12,7±1,01	112±1,26	12,7±0,96	112,8±1,11	6,5±0,05	52,5±0,96	6,9±0,07	29,6±

Ek-2. Çipura (*Sparus aurata*), 0-60 gün Fileto yağ asitleri (mg/g)

Yağ asitleri	Başlangıç	G1	G2	G3	G4	G5	G6
C14:0	82,2±3,25	61,2±2,24 ^b	57,5±2,04 ^c	54,1±1,98 ^d	69,3±1,86 ^a	52,0±1,79 ^e	50,8±1,54 ^f
C15:0	1,5±0,12	3,7±0,18 ^a	2,8±0,24 ^c	2,8±0,07 ^c	3,0±0,14 ^b	1,7±0,24 ^d	1,5±0,31 ^d
C16:0	95,1±1,08	126,9±2,24 ^a	115,5±2,14 ^c	114,9±1,99 ^c	122,9±2,31 ^b	99,4±1,12 ^d	102,1±1,76 ^d
C17:0	1,7±0,09	3,2±0,12 ^a	2,6±0,27 ^b	2,6±0,24 ^b	2,8±0,33 ^{ab}	1,8±0,11 ^c	1,8±0,09 ^c
C18:0	31,9±1,02	29,8±0,96 ^{ab}	27,4±0,28 ^b	26,5±0,85 ^c	32,9±1,12 ^a	30,5±0,98 ^{ab}	32,0±1,21 ^a
C20:0	1,6±0,58	3,1±0,83 ^a	2,0±0,54 ^c	2,7±0,34 ^b	3,1±0,27 ^a	2,6±0,47 ^b	2,9±0,34 ^a
C21:0	5,1±0,67	3,0±0,43 ^c	3,4±0,58 ^{bc}	3,9±0,61 ^b	5,1±0,85 ^a	3,6±0,67 ^b	5,2±0,89 ^a
C22:0	1,0±0,09	1,1±0,17 ^c	0,9±0,28 ^{cd}	3,6±0,96 ^a	0,8±0,04 ^d	0,7±0,03 ^d	2,4±0,58 ^b
?SFA	220,1±1,16	232,0±1,28 ^a	212,2±1,58 ^b	211,0±1,63 ^b	239,8±1,82 ^a	192,2±1,74 ^d	198,5±1,69 ^d
16:1n-7	20,4±0,96	34,1±0,78 ^a	27,9±0,52 ^c	27,9±0,76 ^c	29,8±0,14 ^b	19,4±0,32 ^d	18,6±0,17 ^d
18:1n-9	202,0±2,01	202,1±2,14 ^f	312,2±2,98 ^b	244,3±1,96 ^d	219,3±1,65 ^e	326,4±2,31 ^a	282,9±2,17 ^c
18:1n-7	18,4±0,98	19,0±1,01 ^a	17,9±0,93 ^b	15,8±1,07 ^c	17,4±1,11 ^b	15,0±0,91 ^c	13,7±0,89 ^d
24:1n-9	3,9±0,07	4,0±0,41 ^a	3,7±0,14 ^{ab}	4,4±0,74 ^a	3,2±0,61 ^b	2,7±0,17 ^c	3,0±0,28 ^b
?MUFA	244,6±1,01	259,1±1,28 ^a	361,7±1,74 ^a	292,3±1,52 ^b	269,8±1,49 ^d	363,5±2,01 ^a	318,2±1,89 ^b
18:2n-6	155,8±1,72	78,0±1,07 ^f	98,6±1,28 ^e	123,1±1,57 ^c	106,3±1,09 ^d	126,0±1,34 ^d	157,6±1,46 ^a
18:3n-3	27,8±0,93	23,9±0,94 ^d	21,2±0,83 ^e	21,6±1,01 ^e	95,3±1,09 ^b	91,3±1,17 ^c	101,1±1,31 ^a
18:4n-3	3,0±0,52	8,3±0,89 ^a	7,9±0,85 ^{ab}	6,1±1,02 ^d	7,5±0,99 ^b	6,7±0,48 ^c	6,4±0,34 ^{cd}
20:2n-6	2,8±0,89	2,8±0,42 ^a	1,6±0,63 ^b	2,8±0,21 ^a	1,0±0,09 ^c	2,3±0,21 ^{ab}	1,3±0,11 ^{bc}
20:3n-6	2,4±0,74	2,5±0,43 ^c	2,1±0,28 ^c	1,2±0,11 ^d	3,6±0,82 ^{ab}	3,1±0,17 ^b	3,8±0,86 ^a
20:3n-3	1,5±0,54	2,3±0,42 ^a	1,9±0,52 ^{bc}	2,0±0,34 ^b	2,0±0,05 ^b	1,9±0,14 ^{bc}	1,7±0,09 ^c
20:4n-6	4,9±0,74	3,8±0,64 ^a	3,1±0,52 ^{ab}	2,8±0,61 ^b	3,6±0,17 ^a	2,2±0,21 ^c	1,3±0,29 ^d
22:2n-6	1,3±0,08	0,2±0,03 ^d	1,1±0,07 ^c	0,6±0,05 ^d	1,7±0,18 ^b	1,4±0,16 ^b	2,2±0,11 ^a
20:5n-3	16,1±0,54	27,9±0,61 ^a	21,0±0,45 ^{bc}	20,5±0,27 ^c	23,1±0,61 ^b	11,8±0,09 ^d	11,0±0,21 ^d
22:6n-3	62,0±1,01	91,1±1,17 ^a	73,0±0,85 ^c	70,3±0,67 ^d	77,6±1,11 ^b	40,1±0,59 ^e	39,8±0,37 ^e
?PUFA	277,5±1,72	240,7±2,01 ^a	231,6±1,58 ^f	251,1±1,75 ^d	321,6±1,68 ^b	286,8±1,74 ^d	326,2±1,96 ^a
?n3	110,4±1,06	153,4±0,96 ^c	125,0±1,14 ^d	120,6±1,17 ^d	205,5±1,27 ^a	151,8±0,93 ^c	160,0±1,09 ^b
?n6	167,1±1,38	87,3±0,75 ^f	106,6±1,14 ^e	130,5±1,34 ^c	116,1±1,43 ^d	135,0±0,96 ^b	166,2±1,07 ^a
n3/n6	0,7±0,05	1,8±0,11 ^a	1,2±0,18 ^b	0,9±0,05 ^b	1,8±0,08 ^a	1,1±0,17 ^b	1,0±0,05 ^b
EPA/DHA	0,26±0,08	0,31±0,09	0,29±0,05	0,29±0,05	0,30±0,07	0,29±0,06	0,28±0,05
EPA+DHA	78,1±1,05	119±1,26 ^a	94±1,02 ^c	90,8±1,24 ^c	100,9±1,08 ^b	51,9±1,34 ^d	50,8±1,04 ^d

Ek-3. Çipura (*Sparus aurata*), 0-60 gün Fileto yağ asitleri (%)

Yağ asitleri	Başlangıç	G1	G2	G3	G4	G5	G6
C14:0	11,1±1,08	8,4±1,35 ^a	7,1±0,98 ^b	7,2±1,11 ^b	8,3±0,88 ^a	6,2±1,18 ^c	6,0±1,27 ^c
C15:0	0,2±0,05	0,5±0,04	0,4±0,04	0,4±0,01	0,4±0,05	0,2±0,05	0,2±0,05
C16:0	12,8±0,96	17,3±0,82 ^a	14,3±0,87 ^c	15,2±0,93 ^b	14,8±1,01 ^{bc}	11,8±0,17 ^d	12,1±0,99 ^d
C17:0	0,2±0,05	0,4±0,01	0,3±0,02	0,3±0,01	0,3±0,05	0,2±0,06	0,2±0,04
C18:0	4,3±0,24	4,1±0,18	3,4±0,57	3,5±0,85	4,0±0,73	3,6±0,61	3,8±0,41
C20:0	0,2±0,01	0,4±0,05	0,3±0,04	0,4±0,04	0,4±0,08	0,3±0,02	0,3±0,05
C21:0	0,7±0,01	0,4±0,03	0,4±0,02	0,5±0,05	0,6±0,04	0,4±0,01	0,6±0,01
C22:0	0,1±0,05	0,1±0,03	0,1±0,03	0,5±0,02	0,1±0,02	0,1±0,01	0,3±0,02
?DYA	29,7±0,96	31,7±1,17 ^a	26,3±0,86 ^b	28,0±1,07 ^b	28,9±0,97 ^b	22,8±0,67 ^d	23,6±1,14 ^d
16:1n-7	2,8±0,42	4,7±0,57 ^a	3,5±0,53 ^b	3,7±0,27 ^b	3,6±0,82 ^b	2,3±0,17 ^c	2,2±0,16 ^c
18:1n-9	27,2±1,01	27,6±0,98 ^d	38,8±1,07 ^a	32,4±0,86 ^c	26,4±1,17 ^d	38,7±1,25 ^a	33,6±0,96 ^c
18:1n-7	2,5±0,52	2,6±0,53 ^a	2,2±0,72 ^{ab}	2,1±0,41 ^{ab}	2,1±0,27 ^{ab}	1,8±0,19 ^b	1,6±0,24 ^{bc}
24:1n-9	0,5±0,05	0,5±0,05	0,5±0,06	0,6±0,05	0,4±0,07	0,3±0,05	0,4±0,04
?YDYA	33,0±0,68	35,4±0,89 ^b	44,9±1,14 ^a	38,7±0,96 ^b	32,5±0,92 ^d	43,1±1,08 ^a	37,7±1,16 ^b
18:2n-6	21,0±0,61	10,7±0,58 ^d	12,2±1,01 ^c	16,3±0,54 ^b	12,8±0,17 ^c	15,0±0,42 ^b	18,7±0,82 ^a
18:3n-3	3,8±0,28	3,3±0,54 ^c	2,6±0,62 ^d	2,9±0,72 ^{cd}	11,5±0,86 ^{ab}	10,8±0,92 ^b	12,0±0,88 ^a
18:4n-3	0,4±0,01	1,1±0,24	1,0±0,26	0,8±0,05	0,9±0,11	0,8±0,08	0,8±0,07
20:2n-6	0,4±0,02	0,4±0,02	0,2±0,05	0,4±0,04	0,1±0,01	0,3±0,01	0,2±0,02
20:3n-6	0,3±0,01	0,3±0,01	0,3±0,01	0,2±0,01	0,4±0,01	0,4±0,02	0,5±0,04
20:3n-3	0,2±0,01	0,3±0,01	0,2±0,02	0,3±0,01	0,2±0,02	0,2±0,01	0,2±0,03
20:4n-6	0,7±0,05	0,5±0,05	0,4±0,03	0,4±0,01	0,4±0,04	0,3±0,01	0,2±0,01
22:2n-6	0,2±0,04	0,01±0,01	0,1±0,02	0,1±0,01	0,2±0,01	0,2±0,01	0,3±0,01
20:5n-3	2,2±0,06	3,8±0,31 ^a	2,6±0,25 ^b	2,7±0,31 ^b	2,8±0,22 ^b	1,4±0,16 ^c	1,3±0,08 ^c
22:6n-3	8,3±0,34	12,5±1,11 ^a	9,1±0,86 ^b	9,3±0,92 ^b	9,3±1,07 ^b	4,8±0,94 ^c	4,7±0,64 ^c
?ÇDYA	37,4±1,13	32,9±0,98 ^b	28,8±0,68 ^d	33,3±0,76 ^{bc}	38,7±0,76 ^a	34,0±0,92 ^b	38,7±1,01 ^a
?n3	14,9±0,79	21,0±0,82 ^b	15,5±0,69 ^c	16,0±1,04 ^d	24,7±1,11 ^a	18,0±0,68 ^c	19,0±0,91 ^{bc}
?n6	22,5±0,99	11,9±0,62 ^d	13,2±0,53 ^{cd}	17,3±0,55 ^b	14,0±0,61 ^c	16,0±0,68 ^{bc}	19,7±0,93 ^a
n3/n6	0,7±0,03	1,8±0,05 ^a	1,2±0,06 ^b	0,9±0,02 ^b	1,8±0,05 ^a	1,1±0,05 ^b	1,0±0,05 ^b
EPA/ DHA	0,27±0,05	0,30±0,06	0,29±0,05	0,29±0,04	0,30±0,05	0,29±0,06	0,28±0,07

Ek-4. Çipura (*Sparus aurata*), 60-90 gün Fileto yağ asitleri (mg/g)

Yağ asitleri	G1	G2	G3	G4	G5	G6
C14:0	53,8±0,56 ^a	48,5±0,48 ^b	46,5±0,52 ^c	54,0±0,37 ^a	44,5±0,74 ^d	44,7±0,61 ^d
C15:0	4,3±0,21 ^a	3,1±0,14 ^c	3,2±0,18 ^{bc}	3,3±0,10 ^b	1,9±0,09 ^d	1,9±0,07 ^d
C16:0	128,6±0,67 ^a	117,1±1,01 ^b	118,8±0,96 ^b	118,1±0,97 ^b	99,3±0,67 ^d	107,9±0,83 ^c
C17:0	3,4±0,11 ^a	2,7±0,09 ^c	2,8±0,07 ^c	3,2±0,10 ^b	1,9±0,06 ^d	2,0±0,05 ^d
C18:0	31,4±0,22 ^b	26,8±0,17 ^d	28,0±0,28 ^{cd}	31,0±0,31 ^b	29,4±0,34 ^c	33,1±0,37 ^a
C20:0	2,7±0,06 ^{bc}	2,9±0,07 ^b	3,9±0,05 ^a	2,9±0,04 ^b	1,7±0,05 ^d	2,5±0,05 ^c
C21:0	3,2±0,07 ^d	3,3±0,12 ^d	4,0±0,27 ^b	3,8±0,34 ^c	3,9±0,08 ^{bc}	4,5±0,41 ^a
C22:0	1,4±0,05 ^d	0,8±0,04 ^e	4,3±0,08 ^a	1,3±0,06 ^d	1,8±0,04 ^c	2,8±0,10 ^b
?DYA	228,8±1,15 ^a	205,2±1,09 ^b	211,5±1,54 ^{ba}	217,6±1,63 ^b	184,4±1,82 ^a	199,4±1,72 ^d
16:1n-7	38,9±0,24 ^a	29,4±0,28 ^b	30,3±0,19 ^b	29,5±0,21 ^b	21,0±0,17 ^c	21,3±0,31 ^c
18:1n-7	20,0±0,24 ^a	17,9±0,16 ^b	16,7±0,17 ^{bc}	17,1±0,17 ^b	15,2±0,11 ^c	14,1±0,09 ^d
18:1n-9	199,8±1,08 ^f	294,7±1,27 ^b	252,8±1,82 ^d	205,8±1,64 ^e	314,1±1,89 ^a	276,0±1,38 ^c
24:1n-9	4,2±0,17 ^a	3,7±0,21 ^b	4,0±0,22 ^a	3,8±0,18 ^{ab}	3,1±0,10 ^{bc}	2,8±0,16 ^c
?TDYA	262,8±1,89 ^a	345,8±2,08 ^b	303,9±1,86 ^d	256,3±2,84 ^f	353,4±2,33 ^a	314,3±2,57 ^b
18:2n-6	77,2±0,19 ^e	92,6±0,32 ^d	123,5±0,49 ^b	101,4±0,82 ^c	121,0±0,71 ^b	149,5±0,62 ^a
18:3n-3	21,7±0,11 ^c	19,9±0,12 ^d	19,9±0,09 ^d	83,9±0,09 ^b	85,7±0,12 ^b	95,6±0,37 ^a
18:4n-3	9,1±0,09 ^a	8,0±0,07 ^b	7,7±0,10 ^{bc}	7,6±0,07 ^{bc}	7,1±0,08 ^c	6,6±0,05 ^d
20:2n-6	1,6±0,12 ^c	1,6±0,09 ^c	3,2±0,07 ^a	1,2±0,09 ^d	1,7±0,07 ^c	2,0±0,05 ^b
20:3n-3	2,1±0,14 ^a	2,2±0,11 ^a	1,9±0,09 ^a	1,4±0,05 ^b	1,9±0,05 ^a	2,1±0,14 ^a
20:3n-6	4,0±0,07 ^a	2,2±0,09 ^d	1,8±0,17 ^a	2,9±0,22 ^c	3,6±0,19 ^b	3,6±0,17 ^b
20:4n-6	4,8±0,18 ^a	3,2±0,21 ^c	2,8±0,16 ^d	3,7±0,31 ^b	1,8±0,09 ^e	1,7±0,11 ^e
20:5n-3	33,5±0,18 ^a	22,2±0,19 ^c	22,2±0,31 ^c	24,9±0,34 ^b	13,4±0,17 ^d	13,4±0,10 ^d
22:2n-6	0,6±0,04 ^b	0,4±0,01 ^b	1,8±0,05 ^a	1,4±0,05 ^a	1,3±0,05 ^a	1,2±0,06 ^a
22:6n-3	118,0±0,62 ^a	82,9±0,82 ^d	84,0±0,79 ^c	93,2±0,93 ^b	48,7±0,61 ^e	48,6±0,45 ^e
?ÇDYA	272,5±1,86 ^{ba}	235,3±2,08 ^b	269,0±2,54 ^{ba}	321,7±2,49 ^a	286,3±1,85 ^b	324,2±2,21 ^a
?n3	184,3±1,72 ^b	135,2±0,96 ^c	135,7±1,17 ^e	211,0±1,28 ^a	156,9±1,82 ^d	166,3±1,28 ^c
?n6	88,2±0,96 ^e	100,1±0,85 ^d	133,2±1,08 ^b	110,7±1,10 ^c	129,5±1,31 ^b	158,0±1,72 ^a
n3/n6	2,1±0,18 ^a	1,4±0,09 ^b	1,0±0,05 ^c	1,9±0,05 ^{ab}	1,2±0,04 ^c	1,1±0,07 ^c
EPA/DHA	0,28±0,12	0,27±0,08	0,26±0,07	0,27±0,08	0,28±0,05	0,28±0,05
EPA+DHA	151,5±1,85 ^a	105,1±1,02 ^c	106,2±1,08 ^c	118,1±1,12 ^b	62,1±0,98 ^d	62±0,85 ^d

Ek-5. Çipura (*Sparus aurata*), 60-90 gün Fileto yağ asitleri (%)

Yağ asitleri	G1	G2	G3	G4	G5	G6
C14:0	7,0±0,27 ^a	6,2±0,14 ^b	5,9±0,21 ^{bc}	6,8±0,18 ^{ab}	5,4±0,26 ^c	5,3±0,31 ^c
C15:0	0,6±0,01	0,4±0,02	0,4±0,04	0,4±0,04	0,2±0,03	0,2±0,03
C16:0	16,8±0,64 ^a	14,9±0,71 ^b	15,1±0,82 ^b	14,8±0,78 ^b	12,1±0,52 ^c	12,9±0,47 ^c
C17:0	0,4±0,01	0,3±0,05	0,4±0,04	0,4±0,05	0,2±0,01	0,2±0,04
C18:0	4,1±0,11 ^a	3,4±0,09 ^{bc}	3,6±0,14 ^b	3,9±0,17 ^a	3,6±0,21 ^b	3,9±0,22 ^a
C20:0	0,4±0,01	0,4±0,02	0,5±0,01	0,4±0,05	0,2±0,01	0,3±0,01
C21:0	0,4±0,02	0,4±0,01	0,5±0,05	0,5±0,04	0,5±0,06	0,5±0,04
C22:0	0,2±0,01	0,1±0,03	0,5±0,04	0,2±0,01	0,2±0,03	0,3±0,05
?DYA	29,9±0,82 ^a	26,1±0,75 ^{bc}	27,0±0,64 ^b	27,4±0,52 ^b	22,4±0,74 ^{de}	23,8±0,81 ^d
16:1n-7	5,1±0,14 ^a	3,7±0,12 ^b	3,9±0,11 ^b	3,7±0,14 ^b	2,5±0,10 ^c	2,5±0,17 ^c
18:1n-9	26,1±0,52 ^c	37,5±0,47 ^a	32,2±0,31 ^b	25,9±0,27 ^c	38,1±0,58 ^a	32,9±0,47 ^b
18:1n-7	2,6±0,17 ^a	2,3±0,12 ^b	2,1±0,19 ^c	2,2±0,21 ^{bc}	1,8±0,15 ^d	1,7±0,31 ^d
24:1n-9	0,5±0,02	0,5±0,01	0,5±0,04	0,5±0,03	0,4±0,03	0,3±0,02
?TDYA	34,4±0,76 ^d	44,0±0,39 ^a	38,7±0,74 ^b	32,2±0,82 ^e	42,9±0,73 ^b	37,5±0,64 ^{cd}
18:2n-6	10,1±0,42 ^c	11,8±0,52 ^{de}	15,7±0,58 ^b	12,8±0,14 ^d	14,7±0,09 ^c	17,8±0,10 ^a
18:3n-3	2,8±0,21 ^c	2,5±0,14 ^c	2,5±0,18 ^c	10,5±0,24 ^b	10,4±0,28 ^b	11,4±0,17 ^a
18:4n-3	1,2±0,05	1,0±0,05	1,0±0,01	1,0±0,02	0,9±0,05	0,8±0,04
20:2n-6	0,2±0,01	0,2±0,01	0,4±0,02	0,2±0,02	0,2±0,04	0,2±0,03
20:3n-6	0,5±0,01	0,3±0,02	0,2±0,03	0,4±0,05	0,4±0,05	0,4±0,04
20:3n-3	0,3±0,01	0,3±0,02	0,2±0,04	0,2±0,01	0,2±0,05	0,2±0,04
20:4n-6	0,6±0,05	0,4±0,03	0,4±0,02	0,5±0,05	0,2±0,01	0,2±0,03
22:2n-6	0,1±0,01	0,1±0,02	0,2±0,03	0,2±0,01	0,2±0,02	0,1±0,01
20:5n-3	4,4±0,54 ^a	2,8±0,42 ^b	2,8±0,31 ^b	3,1±0,27 ^b	1,6±0,18 ^c	1,6±0,21 ^c
22:6n-3	15,4±0,98 ^a	10,5±0,68 ^c	10,7±0,72 ^c	11,7±0,67 ^b	5,9±0,82 ^d	5,8±0,91 ^d
?ÇDYA	35,7±1,05 ^b	29,9±0,96 ^a	34,3±0,82 ^d	40,4±1,01 ^a	34,7±0,93 ^{cd}	38,7±1,05 ^b
?n3	24,1±0,75 ^b	17,2±0,89 ^d	17,3±0,91 ^d	26,5±0,89 ^a	19,0±0,87 ^c	19,8±0,93 ^c
?n6	11,5±0,58 ^a	12,7±0,62 ^{de}	17,0±0,42 ^b	13,9±0,28 ^d	15,7±0,34 ^c	18,9±0,59 ^a
n3/n6	2,1±0,18 ^a	1,4±0,09 ^b	1,0±0,05 ^c	1,9±0,28 ^{ab}	1,2±0,14 ^c	1,1±0,08 ^c
EPA/DHA	0,29±0,07	0,27±0,05	0,26±0,04	0,27±0,05	0,27±0,05	0,28±0,04

Ek-6. Levrek (*Dicentrarchus labrax*), 0-60 gün Fileto yağ asitleri (mg/g)

Yağ asitleri	Başlangıç	G1	G2	G3	G4	G5	G6
C14:0	87,6±1,02	79,1±1,02 ^a	58,5±0,98 ^c	47,1±0,56 ^e	58,7±0,82 ^{bc}	49,1±0,61 ^d	60,4±0,81 ^b
C15:0	1,6±0,35	3,0±0,10 ^a	2,9±0,09 ^a	2,5±0,07 ^b	2,6±0,21 ^b	1,7±0,05 ^d	2,0±0,07 ^c
C16:0	108,8±1,08	120,3±1,37 ^a	119,9±1,41 ^{ab}	110,3±1,12 ^d	115,7±0,99 ^c	102,6±1,14 ^d	118,5±1,03 ^b
C17:0	2,0±0,09	3,0±0,10 ^a	2,9±0,14 ^a	2,6±0,19 ^b	2,8±0,21 ^{ab}	2,1±0,12 ^c	0,01±0,01 ^d
C18:0	35,1±0,92	30,6±1,01 ^{cd}	29,5±0,78 ^d	29,6±0,82 ^d	31,8±0,74 ^c	32,0±0,67 ^b	33,9±1,04 ^a
C20:0	1,8±0,08	2,9±0,10 ^a	1,8±0,18 ^d	2,9±0,17 ^a	1,5±0,17 ^e	2,0±0,28 ^c	2,5±0,19 ^b
C21:0	6,9±0,34	6,0±0,39	6,1±0,51	6,2±0,18	6,6±0,58	6,8±0,17	6,9±0,37
C22:0	0,5±0,01	0,8±0,05 ^d	0,8±0,04 ^d	2,1±0,07 ^a	1,4±0,09 ^c	0,7±0,02 ^d	1,7±0,05 ^b
?SFA	244,2±1,58	245,6±1,28 ^a	220,3±1,67 ^{bc}	203,4±1,54 ^d	221,1±1,93 ^{bc}	197,0±1,82 ^b	225,9±1,96 ^b
16:1n-7	18,4±0,28	24,1±0,32 ^a	23,7±0,19 ^a	20,3±0,29 ^c	21,8±0,49 ^b	16,7±0,74 ^d	21,1±0,82 ^b
18:1n-9	193,8±1,65	194,8±1,52 ^f	270,8±1,85 ^a	222,9±1,92 ^d	210,3±1,52 ^e	261,8±1,67 ^b	257,6±1,62 ^c
18:1n-7	18,5±0,65	18,1±0,93 ^a	18,6±0,83 ^a	16,4±0,24 ^b	17,6±0,81 ^{ab}	16,6±0,12 ^b	16,8±0,36 ^b
24:1n-9	1,9±0,21	4,3±0,31 ^a	2,5±0,22 ^c	2,7±0,25 ^b	2,4±0,21 ^c	2,2±0,29 ^c	2,9±0,18 ^b
?MUFA	232,6±1,28	241,3±1,52 ^d	315,5±2,04 ^a	262,3±1,85 ^b	252,0±1,28 ^{cd}	297,3±1,37 ^b	298,4±1,58 ^b
18:2n-6	129,2±0,82	107,7±1,05 ^e	124,1±1,17 ^{cd}	126,9±0,99 ^c	121,0±1,08 ^d	132,0±1,32 ^b	160,4±1,28 ^a
18:3n-3	28,7±0,67	28,2±0,86 ^a	30,1±0,75 ^d	28,4±0,74 ^a	60,2±0,58 ^c	64,4±0,49 ^b	69,0±0,84 ^a
18:4n-3	2,8±0,09	4,8±0,14 ^a	4,7±0,18 ^a	4,0±0,17 ^b	4,4±0,21 ^{ab}	3,6±0,16 ^c	4,6±0,27 ^a
20:2n-6	1,5±0,08	1,4±0,07	1,2±0,06	1,4±0,07	0,8±0,08	1,2±0,11	1,3±0,12
20:3n-6	3,1±0,18	3,5±0,21 ^c	4,0±0,27 ^b	4,4±0,21 ^{ab}	4,0±0,17 ^b	4,3±0,18 ^{ab}	4,8±0,11 ^a
20:3n-3	1,2±0,09	1,5±0,12	1,3±0,08	1,5±0,05	1,2±0,06	1,6±0,07	1,2±0,05
20:4n-6	6,5±0,38	5,3±0,57 ^a	3,7±0,37 ^c	3,6±0,28 ^c	4,0±0,24 ^{bc}	3,1±0,31 ^d	4,4±0,19 ^b
22:2n-6	0,5±0,01	0,01±0,01 ^b	1,0±0,05 ^a	0,5±0,05 ^a	0,7±0,05 ^a	0,8±0,02 ^a	0,01±0,01 ^b
20:5n-3	26,4±0,21	30,7±0,68 ^a	25,2±0,28 ^b	22,3±0,41 ^c	24,7±0,61 ^b	16,4±0,11 ^d	19,1±0,14 ^c
22:6n-3	78,4±0,61	90,9±0,86 ^a	63,3±0,73 ^{bc}	59,4±0,58 ^c	65,9±0,83 ^b	40,0±0,34 ^d	43,2±0,64 ^d
?PUFA	278,3±1,64	274,0±1,72 ^{bc}	258,6±1,82 ^d	252,5±1,84 ^{de}	286,8±1,28 ^b	267,3±1,37 ^b	308,0±1,86 ^a
?n3	137,5±1,14	156,1±1,09 ^a	124,5±1,28 ^c	115,7±1,31 ^d	156,4±1,42 ^a	126,1±1,18 ^c	137,0±1,17 ^b
?n6	140,8±0,98	117,9±1,17 ^a	134,1±1,08 ^{cd}	136,8±0,97 ^c	130,5±1,45 ^d	141,2±1,01 ^b	171,0±1,32 ^a
n3/n6	1,0±0,05	1,3±0,08	0,9±0,05	0,8±0,04	1,2±0,05	0,9±0,05	0,8±0,04
EPA/DHA	0,34±0,08	0,34±0,04	0,40±0,06	0,38±0,05	0,38±0,07	0,41±0,05	0,44±0,04
EPA+DHA	104,8±1,08	121,6±1,14 ^a	88,5±0,98 ^{bc}	81,7±0,87 ^c	90,6±0,99 ^b	56,4±0,57 ^e	62,3±0,84 ^d

Ek-7. Levrek (*Dicentrarchus labrax*), 0-60 gün Fileto yağ asitleri (%)

Yağ asitleri	Başlangıç	G1	G2	G3	G4	G5	G6
C14:0	11,6±0,32	10,4±0,42 ^a	7,1±0,52 ^c	6,6±0,86 ^d	7,7±0,58 ^b	6,4±0,52 ^d	7,3±0,62 ^{bc}
C15:0	0,2±0,05	0,4±0,04	0,4±0,03	0,3±0,03	0,3±0,01	0,2±0,01	0,2±0,02
C16:0	14,4±0,65	15,8±0,74 ^a	15,1±0,54 ^a	15,4±0,41 ^a	15,2±0,85 ^a	13,5±0,83 ^b	14,2±0,64 ^a
C17:0	0,3±0,05	0,4±0,02 ^a	0,4±0,05 ^a	0,4±0,01 ^a	0,4±0,02 ^a	0,3±0,05 ^a	0,01±0,01 ^b
C18:0	4,6±0,21	4,0±0,24 ^a	3,7±0,18 ^b	4,1±0,28 ^a	4,2±0,17 ^a	4,2±0,10 ^a	4,1±0,16 ^a
C20:0	0,2±0,01	0,4±0,02	0,2±0,01	0,4±0,05	0,2±0,01	0,3±0,01	0,3±0,01
C21:0	0,9±0,01	0,8±0,05	0,8±0,03	0,9±0,04	0,9±0,04	0,9±0,03	0,8±0,05
C22:0	0,1±0,01	0,1±0,01	0,1±0,01	0,3±0,01	0,2±0,01	0,1±0,01	0,2±0,01
?SFA	32,3±0,99	32,3±1,01 ^a	27,7±0,86 ^c	28,3±0,57 ^b	29,1±0,34 ^b	25,9±0,18 ^d	27,1±0,27 ^b
16:1n-7	2,4±0,21	3,2±0,12 ^a	3,0±0,09 ^{ab}	2,8±0,09 ^b	2,9±0,11 ^{ab}	2,2±0,09 ^d	2,5±0,17 ^c
18:1n-9	25,7±0,82	25,6±0,96 ^d	34,1±1,01 ^a	31,0±0,49 ^b	27,7±0,58 ^c	34,4±0,43 ^a	31,0±0,26 ^b
18:1n-7	2,5±0,41	2,4±0,24	2,3±0,14	2,3±0,09	2,3±0,10	2,2±0,16	2,0±0,08
24:1n-9	0,3±0,01	0,6±0,02	0,3±0,02	0,4±0,01	0,3±0,01	0,3±0,02	0,3±0,01
?MUFA	30,8±0,98	31,7±0,85 ^d	39,7±1,01 ^a	36,5±0,58 ^b	33,2±0,34 ^a	39,0±0,61 ^a	35,9±0,72 ^b
18:2n-6	17,1±0,34	14,2±0,28 ^d	15,6±0,38 ^c	17,7±0,34 ^b	15,9±0,14 ^c	17,3±0,31 ^b	19,3±0,42 ^a
18:3n-3	3,8±0,52	3,7±0,46 ^d	3,8±0,18 ^{cd}	4,0±0,18 ^c	7,9±0,28 ^{ab}	8,5±0,27 ^a	8,3±0,17 ^a
18:4n-3	0,4±0,02	0,6±0,01	0,6±0,02	0,6±0,04	0,6±0,03	0,5±0,03	0,5±0,01
20:2n-6	0,2±0,04	0,2±0,04	0,2±0,01	0,2±0,01	0,1±0,01	0,2±0,01	0,2±0,01
20:3n-6	0,4±0,01	0,5±0,01	0,5±0,01	0,6±0,02	0,5±0,01	0,6±0,03	0,6±0,01
20:3n-3	0,2±0,01	0,2±0,01	0,2±0,01	0,2±0,01	0,2±0,01	0,2±0,02	0,1±0,01
20:4n-6	0,9±0,03	0,7±0,02	0,5±0,04	0,5±0,05	0,5±0,05	0,4±0,01	0,5±0,04
22:2n-6	0,1±0,01	0,1±0,01	0,1±0,01	0,1±0,01	0,1±0,01	0,1±0,01	0,1±0,01
20:5n-3	3,5±0,21	4,0±0,17 ^a	3,2±0,12 ^b	3,1±0,29 ^b	3,2±0,14 ^b	2,2±0,09 ^c	2,3±0,10 ^c
22:6n-3	10,4±0,28	12,0±0,14 ^a	8,0±0,12 ^b	8,3±0,11 ^b	8,7±0,25 ^{ab}	5,3±0,18 ^c	5,2±0,96 ^c
?PUFA	36,9±0,85	36,0±1,01 ^a	32,6±0,65 ^c	35,2±0,54 ^b	37,7±0,72 ^a	35,1±0,38 ^b	37,0±0,41 ^a
?n3	18,2±0,28	20,5±0,31 ^a	15,7±0,19 ^c	16,1±0,52 ^b	20,6±0,17 ^a	16,6±0,24 ^b	16,5±0,10 ^b
?n6	18,6±0,17	15,5±0,21 ^d	16,9±0,36 ^c	19,0±0,19 ^a	17,2±0,41 ^b	18,5±0,18 ^b	20,5±0,14 ^a
n3/n6	1,0±0,06	1,3±0,05	0,9±0,06	0,8±0,05	1,2±0,07	0,9±0,04	0,8±0,05

Ek-8. Levrek (*Dicentrarchus labrax*), 60-90 gün Fileto yağ asitleri (mg/g)

Yağ asitleri	G1	G2	G3	G4	G5	G6
C14:0	80,6±0,82 ^a	75,6±0,74 ^b	53,3±0,55 ^a	51,4±0,24 ^f	57,8±0,35 ^d	72,8±0,61 ^c
C15:0	3,7±0,18 ^a	3,2±0,14 ^a	3,0±0,10 ^a	2,5±0,09 ^b	2,2±0,11 ^b	2,2±0,08 ^b
C16:0	129,3±1,08 ^b	131,7±0,96 ^a	119,0±0,88 ^c	115,3±1,11 ^{cd}	114,7±0,73 ^d	114,4±1,25 ^d
C17:0	3,5±0,11 ^a	3,6±0,21 ^a	2,9±0,19 ^{ab}	2,7±0,09 ^{ab}	2,4±0,01 ^b	0,01±0,01 ^c
C18:0	30,5±0,42 ^{bc}	31,6±0,37 ^b	29,7±0,42 ^c	31,9±0,37 ^b	33,6±0,28 ^{ab}	34,7±0,17 ^a
C20:0	3,7±0,14 ^a	2,5±0,18 ^b	1,9±0,21 ^b	2,0±0,31 ^b	2,2±0,27 ^b	2,1±0,28 ^b
C21:0	5,5±0,47 ^c	6,8±0,27 ^a	5,6±0,31 ^c	6,2±0,29 ^{ab}	6,3±0,31 ^{ab}	5,9±0,52 ^b
C22:0	1,2±0,05 ^b	2,4±0,14 ^a	0,4±0,01 ^c	1,0±0,02 ^b	0,01±0,01 ^d	2,1±0,08 ^a
?DYA	258,0±2,72 ^a	257,3±1,52 ^a	215,8±1,23 ^{cd}	213,0±1,08 ^d	219,2±1,14 ^b	234,2±2,04 ^b
16:1n-7	28,0±0,31 ^a	26,3±0,29 ^{ab}	23,3±0,24 ^b	21,5±0,31 ^{bc}	19,6±0,28 ^c	19,1±0,27 ^c
18:1n-9	201,3±1,28 ^d	237,2±1,17 ^c	243,9±1,47 ^b	205,4±0,99 ^d	265,2±1,65 ^a	234,4±1,27 ^c
18:1n-7	18,3±0,24 ^a	17,5±0,27 ^b	17,6±0,32 ^b	17,2±0,17 ^b	17,0±0,12 ^b	15,1±0,09 ^c
24:1n-9	4,0±0,14 ^b	8,9±0,21 ^a	4,0±0,12 ^b	3,2±0,09 ^c	1,6±0,08 ^d	0,8±0,05 ^e
?TDYA	251,7±2,02 ^d	289,8±2,45 ^b	288,8±1,96 ^b	247,3±2,01 ^d	303,3±2,24 ^a	269,4±1,93 ^b
18:2n-6	102,3±0,98 ^d	140,4±1,01 ^a	113,6±0,88 ^c	114,1±0,92 ^c	127,9±1,17 ^b	142,3±1,07 ^a
18:3n-3	29,6±0,32 ^d	32,2±0,28 ^c	28,4±0,34 ^d	54,9±0,45 ^b	63,9±0,58 ^a	64,9±0,61 ^a
18:4n-3	5,8±0,52 ^a	5,0±0,54 ^{ab}	5,9±0,61 ^a	4,0±0,37 ^b	5,9±0,55 ^a	3,4±0,27 ^c
20:2n-6	1,5±0,05 ^b	3,5±0,11 ^a	1,9±0,05 ^b	1,8±0,17 ^b	0,01±0,01 ^c	1,3±0,04 ^b
20:3n-6	2,6±0,11 ^c	3,7±0,14 ^a	2,7±0,17 ^c	2,7±0,21 ^c	3,2±0,18 ^b	3,4±0,31 ^{ab}
20:3n-3	2,1±0,12 ^b	1,9±0,09 ^b	2,0±0,05 ^b	0,9±0,06 ^c	1,2±0,10 ^c	3,7±0,18 ^a
20:4n-6	5,0±0,28 ^b	7,8±0,64 ^a	4,0±0,34 ^c	4,0±0,18 ^c	3,2±0,09 ^d	2,5±0,24 ^e
22:2n-6	1,4±0,09 ^b	0,01±0,01 ^d	1,3±0,12 ^b	0,2±0,05 ^c	0,6±0,03 ^c	2,4±0,21 ^a
20:5n-3	35,0±0,64 ^a	31,2±0,58 ^b	27,4±0,34 ^c	24,3±0,49 ^d	22,6±0,24 ^e	22,9±0,19 ^e
22:6n-3	103,7±0,98 ^a	89,5±0,58 ^b	80,3±0,67 ^c	70,0±0,81 ^d	64,4±0,69 ^e	69,9±0,72 ^d
?ÇDYA	289,0±1,52 ^b	315,3±2,54 ^a	267,5±1,26 ^b	276,9±1,37 ^{ab}	293,0±1,14 ^b	316,6±2,18 ^a
?n3	176,2±1,24 ^a	159,9±1,31 ^{bc}	144,0±0,96 ^c	154,2±1,27 ^d	158,1±1,34 ^c	164,8±2,08 ^b
?n6	112,8±0,99 ^d	155,4±1,08 ^a	123,5±1,21 ^c	122,7±1,65 ^c	134,9±0,94 ^b	151,9±1,14 ^a
n3/n6	1,6±0,05	1,0±0,04	1,2±0,09	1,3±0,04	1,2±0,06	1,1±0,04
EPA/DHA	0,34±0,05	0,35±0,08	0,34±0,04	0,35±0,05	0,35±0,04	0,33±0,03
EPA+DHA	138,7±1,25 ^a	120,7±1,08 ^b	107,7±1,12 ^c	94,3±0,99 ^d	86,7±0,83 ^e	92,8±0,10 ^d

Ek-9. Levrek (*Dicentrarchus labrax*), 60-90 gün Fileto yağ asitleri (%)

Yağ asitleri	G1	G2	G3	G4	G5	G6
C14:0	10,1±0,37 ^a	8,8±0,52 ^b	6,9±0,19 ^c	7,0±0,27 ^c	7,1±0,23 ^c	8,9±0,41 ^b
C15:0	0,5±0,04	0,4±0,01	0,4±0,05	0,3±0,03	0,3±0,02	0,3±0,01
C16:0	16,2±0,34 ^a	15,3±0,48 ^b	15,4±0,82 ^b	15,6±0,57 ^b	14,1±0,36 ^c	13,9±0,29 ^c
C17:0	0,4±0,01 ^a	0,4±0,02 ^a	0,4±0,03 ^a	0,4±0,05 ^a	0,3±0,05 ^a	0,01±0,01 ^b
C18:0	3,8±0,36 ^b	3,7±0,24 ^b	3,8±0,29 ^b	4,3±0,52 ^a	4,1±0,31 ^a	4,2±0,42 ^a
C20:0	0,5±0,05	0,3±0,02	0,2±0,01	0,3±0,05	0,3±0,01	0,3±0,02
C21:0	0,7±0,05	0,8±0,08	0,7±0,05	0,8±0,03	0,8±0,05	0,7±0,06
C22:0	0,2±0,01	0,3±0,05	0,01±0,04	0,1±0,06	0,01±0,01	0,3±0,04
?DYA	32,3±0,69 ^a	29,8±0,75 ^{ab}	27,9±0,24 ^{bc}	28,9±0,41 ^b	26,9±0,51 ^a	28,6±0,38 ^b
16:1n-7	3,5±0,21 ^a	3,0±0,19 ^b	3,0±0,11 ^b	2,9±0,24 ^b	2,4±0,12 ^c	2,3±0,31 ^c
18:1n-9	25,2±0,67 ^c	27,5±0,93 ^{bc}	31,6±0,72 ^{ab}	27,9±0,82	32,5±0,61 ^a	28,6±0,37 ^b
18:1n-7	2,3±0,14	2,0±0,09	2,3±0,11	2,3±0,21	2,1±0,09	1,8±0,10
24:1n-9	0,5±0,02 ^b	1,0±0,05 ^a	0,5±0,01 ^b	0,4±0,05 ^b	0,2±0,01 ^b	0,1±0,02 ^b
?TDYA	31,5±0,42 ^b	33,6±0,34 ^b	37,4±0,52 ^a	33,5±0,61 ^b	37,2±0,41 ^a	32,8±0,42 ^{bc}
18:2n-6	12,8±0,68 ^d	16,3±0,83 ^{ab}	14,7±0,76 ^c	15,5±0,81 ^b	15,7±1,01 ^b	17,4±0,64 ^a
18:3n-3	3,7±0,36 ^b	3,7±0,24 ^b	3,7±0,31 ^b	7,4±0,42 ^a	7,8±0,39 ^a	7,9±0,51 ^a
18:4n-3	0,7±0,05	0,6±0,05	0,8±0,06	0,5±0,08	0,7±0,04	0,4±0,05
20:2n-6	0,2±0,01	0,4±0,05	0,2±0,01	0,2±0,02	0,01±0,01	0,2±0,01
20:3n-6	0,3±0,02	0,4±0,05	0,4±0,05	0,4±0,01	0,4±0,03	0,4±0,04
20:3n-3	0,3±0,05	0,2±0,03	0,3±0,01	0,1±0,01	0,1±0,01	0,5±0,05
20:4n-6	0,6±0,05	0,9±0,05	0,5±0,03	0,5±0,04	0,4±0,01	0,3±0,03
22:2n-6	0,2±0,05	0,01±0,01	0,2±0,01	0,01±0,01	0,1±0,01	0,3±0,01
20:5n-3	4,4±0,35 ^a	3,6±0,38 ^b	3,5±0,28 ^b	3,3±0,42 ^b	2,8±0,31 ^c	2,8±0,25 ^c
22:6n-3	13,0±0,52 ^a	10,4±0,37 ^b	10,4±0,43 ^b	9,5±0,29 ^b	7,9±0,58 ^c	8,5±0,67 ^c
?ÇDYA	36,2±0,62 ^b	36,6±0,72 ^b	34,6±0,92 ^b	37,6±0,52 ^{ab}	35,9±0,63 ^{bc}	38,6±1,02 ^a
?n3	22,1±0,29 ^a	18,5±0,21 ^c	18,7±0,19 ^c	20,9±0,38 ^b	19,4±0,18 ^{bc}	20,1±0,28 ^b
?n6	14,1±0,28 ^c	18,0±0,19 ^a	16,0±0,23 ^b	16,6±0,34 ^b	16,5±0,39 ^b	18,5±0,19 ^a
n3/n6	1,6±0,09	1,0±0,05	1,2±0,04	1,3±0,03	1,2±0,04	1,1±0,07
EPA/DHA	0,34±0,03	0,35±0,04	0,34±0,02	0,35±0,04	0,35±0,08	0,33±0,04