

Levrek (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) Başlangıç Yemlerinde Balık Yağı Yerine Kullanılan Farklı Bitkisel Yağların Karaciğer Yağı Kompozisyonuna Etkisi*

Mustafa YILDIZ, Erdal ŞENER

İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Laleli, İstanbul - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 23.05.2002

Özet: Bu çalışmada, deniz levreği başlangıç yemlerinde kullanılan balık yağı, soya yağı, ayçiçek yağı, mısır yağı ve zeytin yağının balıklardaki viserosomatik indeks, hepatosomatik indeks ve karaciğerdeki yağ asitleri kompozisyonuna etkisi incelenmiştir. Araştırmanın yemleme deneyleri başlangıç ağırlıkları ortalama $7,58 \pm 0,13$ g olan levrek (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) yavruları ile 75 gün yürütülmüştür. Daha sonra balıklar öldürüldü ve karaciğer örnekleri toplandı. Balık karaciğerindeki toplam ham yağ analizlerinde; en düşük oran (% 17,61) balık yağı ile beslenen grupta, en yüksek oran (% 34,30) zeytin yağı ile beslenen grupta bulunmuştur ($P < 0,05$). Hepatosomatik indeks hesaplamalarında; en düşük oran (2,08) balık yağı ile beslenen grupta görülürken, bitkisel yağlar ile beslenen tüm deney gruplarında daha yüksek ve yakın değerlerde bulunmuştur ($P < 0,05$). Benzer bir şekilde viserosomatik indeks hesaplamalarında; en düşük oran (% 9,06) balık yağı ile beslenen grupta bulunmuş, bunu sırasıyla soya ve diğer bitkisel yağlarla beslenen gruplar takip etmiştir ($P < 0,05$). Balık karaciğerlerindeki yağ asidi analizlerinde; balık yağı ile beslenen balıklarda n-3 HUFA'lardan EPA ve DHA, soya yağı ile beslenen balıklarda linolenik asit (18:3n-3) ve linoleik asit (18:2n-6), zeytin yağı ile beslenen balıklarda ise oleik asit (18:1n-9) oranları diğer deney gruplarından daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: Levrek, *Dicentrarchus labrax*, besleme, balık yağı, bitkisel yağlar, karaciğer, yağ asitleri

The Effects of Replacing Fish Oil with Vegetable Oils in Starter Feeds on the Liver Fat Composition of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758)

Abstract: The effects of replacing fish oil with soybean oil, sunflower oil, corn oil and olive oil in starter feeds on the viserosomatic index, hepatosomatic index and liver fatty acid composition of the sea bass were studied. Juvenile sea bass (initial weight = 7.58 ± 0.13 g) were fed experimental diets for 75 days. The fish were then killed and liver samples were collected. The lowest total crude fat value (17.61%) was found in the fish fed the fish oil diet. The highest total crude fat value (34.30%) was found in the fish fed the olive oil diet ($P < 0.05$). Similarly, the fish fed the fish oil diet had the lowest hepatosomatic index value (2.08) and all the fish fed vegetable oils had similarly high hepatosomatic index values ($P < 0.05$). Likewise, viserosomatic index values were lowest (9.06%) in the fish fed fish oil and highest in the fish fed soybean and other vegetable oils ($P < 0.05$). Fatty acid analyses showed that EPA and DHA from n-3 HUFA's in the fish fed the fish oil diet, linolenic acid (18:3n-3) and linoleic acid (18:2n-6) in the fish fed the soybean oil diet and oleic acid (18:1n-9) in the fish fed the olive oil diet were higher than in the fish fed the other diets.

Key Words: Sea Bass, *Dicentrarchus labrax*, nutrition, fish oil, vegetable oils, liver, fatty acids

Giriş

Entansif sistemlerde yetiştiriciliği yapılan türlerin tüm besin maddeleri ihtiyacını karşılayacak kaliteli yemlerle beslenmesi gerekir. Akuakültürün gelecekteki başarısını en çok etkileyecek faktörlerden biri gelişmiş bir yem endüstrisine sahip olmaktır (1,2). Karidesler, deniz balıkları, salmon, alabalık ve yılan balığı yetiştiriciliği için

hazırlanan fabrika yemlerinde, esansiyel besin maddelerini dengeleyebilmek amacıyla yüksek oranlarda balık unu ve balık yağının kullanılması zorunludur. Balık yemlerinde balık unu ve balık yağının yüksek oranlardaki kullanımı yemlerin fiyatını artırırken bu yemler için en önemli hammaddeler olan balık unu ve yağının ihtiyacı karşılayacak yeterlilikte üretilmemesi; alternatif yem

* Bu makale İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezinden Hazırlanmıştır ve İ.Ü. Araştırma Fonunca Desteklenmiştir. Proje No: T-784/0703200.

hammadelerinin önemini artırmaktadır (3-5). Entansif deniz akuakültürü salmonid yetiştiriciliğinden çok daha sonra başladığı için çipura, kalkan ve levrek gibi deniz balıklarının spesifik besin maddeleri ihtiyacı alabalık ve salmonele göre daha az araştırılmıştır (6).

Balıklarda yapılan kimyasal analizler, akuakültürü yapılan türlerin besin maddeleri ihtiyaçlarının ne olduğunu anlamaya yardımcı olmaktadır (7). Deniz balıklarının hücre zarlarındaki fosfolipitlerde yüksek oranlarda dokosaheksaenoik asit (22:6n-3, DHA) ve eikosapentaenoik asit (20:5n-3, EPA)'ler bulunmaktadır. Bu balıklar 18 karbonlu yağ asitlerinden 20-22 karbonlu çok doymamış yağ asitleri (PUFA)'nin biyosentezini gerçekleştirmemektedir ve bu nedenle deniz balıklarının diyetleri için uzun zincirli n-3 HUFA'lerden DHA ve EPA esansiyeldir (8-12).

Yapılan araştırmalarda n-3 HUFA yetersizliğinin büyüme, yaşama oranı ve diğer biyolojik aktiviteleri olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Deniz balığı larvalarının n-3 HUFA ihtiyaçları kuru diyetin 0,3-39 g/kg arasında değiştiği bildirilmiştir (7). Bütün balık türlerinin larval ve juvenil dönemlerde n-3 HUFA'ya olan ihtiyaçları diğer yaşam dönemlerine göre iki kat daha fazladır. Larval dönemde hücre zarı geçirgenliğinin korunması amacıyla diyetlerde yüksek oranda n-3 HUFA kullanılmalıdır (13-16). Diyetlerdeki n-3 HUFA eksikliğinde yüksek oranda linolenik asit (18:3n-3) ve düşük oranda linoleik asit (18:2n-6) kullanılabilirliği önerilmektedir (15-17).

Enerji ihtiyacını karşılayan lipitler, balıklarda farklı dokularda, özellikle kas dokusunda, iç organlar arasında ve karaciğerde depolanmaktadır (18,19). Balıklarda karaciğer, diyetteki besin maddelerinin büyüme ve gelişme üzerindeki etkilerini ve balığın sağlıklı bir şekilde beslendiğini gösteren en önemli organlardan biridir. Diyetle yüksek oranda lipitlerin kullanılması ve kullanılan lipitlerin esansiyel yağ asitlerini dengeli bir şekilde içermemesi durumunda, balık karaciğerinde yüksek oranda lipit depolanmasına neden olmaktadır. Bu durumun karaciğer dejenerasyonuna neden olduğu bildirilmiştir (20).

Bu araştırmada, balık yağı, soya yağı, ayçiçek yağı, mısır yağı ve zeytin yağının kullanıldığı diyetler ile beslenen levrek (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) yavrularının viserosomatik indeks, hepatosomatik indeks ile karaciğer yağı kompozisyonu incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Araştırmanın yemleme deneyleri Ege Bölgesi'nde bulunan özel sektöre ait bir işletmede yürütülmüştür. Yemleme deneyleri 10 Haziran 2000 ve 25 Ağustos 2000 tarihleri arasında 5 periyotta tamamlanmıştır. Araştırmanın yemleme deneylerinde ortalama ağırlıkları $7,58 \pm 0,13$ g olan toplam 600 adet deniz levreği (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) kullanılmıştır. Balıklar her birinde toplam 60 adet bulunacak şekilde paralelli beş gruba ayrılarak, her birinin hacmi 500 litre olan 10 deney tankına yerleştirilmiştir. Deney tanklarına kum filtresinden geçen deniz suyu verilmiştir. Araştırma süresince tanklarda kullanılan su miktarı balıkların büyüklüğü ve sayısına bağlı olarak ayarlanmıştır. Kullanılan sudaki sıcaklık (°C) ve çözünmüş oksijen miktarları (mg/l) günlük, pH değerleri haftalık ve tuzluluk (‰) değerleri aylık ölçümler şeklinde kaydedilmiştir.

Araştırmada kullanılan yemler; İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Sapanca İç Su Ürünleri Üretimi Uygulama ve Araştırma Birimi Yem Ünitesi'nde hazırlanmıştır. Yemlerde kullanılan hammaddeler ve yem katkıları balık yemi fabrikalarından temin edilmiştir (Tablo 1).

Deney yemlerinde kullanılan hammaddeler değirmende öğütülerek homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Bu karışıma her deney grubu için farklı yağlar ilave edilerek yem makinasında buhar basıncı ile peletlenmiştir (21).

Balıklara verilen günlük yem miktarı canlı ağırlığının % 4'ü esas alınarak hesaplanmıştır. Balıklar yemleme deneyleri süresince günde üç kez ve elle yemlenmiştir. Kullanılan yemlerdeki besin maddeleri miktarı İ.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yem Analiz Laboratuvarı ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Gıda Enstitüsü Laboratuvarında AOAC (22)'de belirtilen yöntemlere göre analiz edilerek; yemlerdeki kuru madde, ham protein, ham yağ, ham selüloz ve ham kül miktarları bulunmuş, azotsuz ekstrakt maddeler ve metabolik enerji değerleri de Arthur ve Phillips (23)'e göre hesaplanmıştır. Viserosomatik indeks, hepatosomatik indeks değerleri Ricker (24) ile Schreck ve Moyle (25)'ye göre hesaplanmıştır.

Kullanılan yemlerin karaciğer yağı üzerindeki etkisini görmek amacıyla araştırmanın başlangıcında, 45. günde ve sonunda alınan balık örneklerindeki toplam karaciğer yağı Soxhlet tekniği ile petrol eteri kullanılarak

Tablo 1. Araştırmada Kullanılan Yemin Diyet Formülasyonu

Yem Maddeleri	% Oranları
Balık unu	63,68
Soya küspesi unu	13,33
Mısır unu	8,00
Yağ ^a	12,50
Bağlayıcı ^b	1,33
Vitamin premiks ^c	1,00
Mineral premiks ^d	0,13
Antioksidant ^e	0,03
Toplam	100

^a Deneysel gruplarında sırasıyla balık yağı, soya yağı, ayçiçek yağı, mısır yağı ve zeytin yağı kullanılmıştır.

^b Yemlerin pelet yapımında bağlayıcı madde olarak aquacub kullanılmıştır.

^c 5 kilogram vitamin premiks'de bulunan vitaminler; Vitamin A 25,000,000 I.U., Vitamin D₃ 25,00,000 I.U., Vitamin E 220,000 mg, Vitamin B₁ 22,000 mg, Vitamin B₂ 32,000 mg, Vitamin B₆ 18,000 mg, Vitamin B₁₂ 50 mg, Vitamin K₃ 10,000, Folik asit 6,000 mg, Niyasin 250,000 mg, Biotin 300 mg, Kalsiyum D. pantotenat 34,000 mg, Kolin klorid 1,750,000 mg, Askorbik asit 300,000 mg, İnozitol 250,000 mg, Antioksidant (oxistat) 5,000 mg

^d 1 kilogram mineral premiks'de bulunan mineraller; Mangan 62,000 mg, Çinko 40,000 mg, Kobalt 900 mg, İyot 1,240 mg, Bakır 4,000 mg, Demir 20,000 mg, Selenyum 100 mg.

^e Antioksidant madde olarak oxistat kullanılmıştır. 1 kilogram oxistat'ta bulunan koruyucu kimyasal maddeler; Butylated hydroxytoluene 99,000 mg, Butylated hydroxyanisole 9,000 mg, Ethoxyquin 9,800 mg, Sodium citrate 39,200 mg, Silicic acid 18,620 mg, Calcium carbonate 821, 000 mg.

bulunmuştur (22). Yemlerdeki ve balık karaciğerindeki yağ asitleri tayini için toplam lipit Folch ve ark. (26)'a göre ekstrakte edilmiştir. Bu metoda göre; deney başlangıcı, 45. gün ve deney sonunda her deney grubundan alınan 10 adet balık karaciğeri Ultra turax'ta; antioksidant olarak, % 0,01 oranında BHT (Butylated hydroxytoluene) içeren ve kloroform/metanol (2:1,v/v) karışımında homojenize edildikten sonra toplam lipit miktarları bulunmuştur. Yağ asitleri metil esterleri ise, metanol solüsyonunda % 1 oranında sülfürik asit kullanılarak Christie (27)'e göre yapılmıştır.

Araştırmanın yem ve balık karaciğeri örneklerindeki yağ asidi analizleri için Perkin Elmer Auto System XL model gaz kromatografisi kullanılmıştır ve yağ asidi

analizleri gaz kromatografisinde aşağıdaki koşullar oluşturularak yapılmıştır.

Kolon : SP-2330, supelco
 Kolon uzunluğu : 30 m
 Kolon filmi : 0,20 µm
 Kolon iç çapı : 0,25 mm
 Dedektör : FID
 Kolon sıcaklığı : 120 °C'de 2 dk. bekletiliyor,
 5 °C/dk. artırılarak maksimum
 220 °C'ye yükseltiliyor.

Enjeksiyon hacmi : 0,5 µl

Enjeksiyon sıcaklığı : 240 °C

Taşıyıcı gaz : Helyum

Çalışma süresi : 31 dakika

Akış hızı : 10 PSI (uygulanan basınç)

Split oranı : 1/50

Enjektör türü : Autosampler enjeksiyon

Yemleme deneyleri ve kimyasal analizler sonucunda elde edilen verilere ait standart sapma (\pm SD) hesaplamaları ve değerler arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olup olmadığının belirlenmesi için; varyans analizi (Tek yön-ANOVA) uygulanmıştır. ANOVA'da değerler arasındaki farkın önemli olup olmadığı %95 doğruluk sınırları içinde hesaplanmıştır. Önemli fark ($P < 0,05$) belirlenmesi durumunda, farkın hangi gruplar arasında olduğu SPSS programı yardımı ile Duncan testi uygulanarak saptanmıştır (28-30).

Bulgular

Deneysel tanklarında yapılan ölçümlere göre su sıcaklığı minimum 21 °C, maksimum 26 °C, suda çözülmüş oksijen miktarı minimum 6,5 mg/l, maksimum 11,3 mg/l bulunmuştur. Sudaki pH değerleri 7,5-8,3, tuzluluk ise ‰ 40 olarak kaydedilmiştir. Yapılan kimyasal analizler sonucunda deney yemlerindeki besin maddeleri; kuru madde % 91,13 \pm 0,09, ham protein % 57,42 \pm 0,31, ham yağ % 12,33 \pm 0,20, ham kül % 10,33 \pm 0,24, ham selüloz % 1,57 \pm 0,08 oranlarında bulunmuş, azotsuz öz maddeler % 9,48 \pm 0,30 oranında, toplam enerji 20,06 \pm 0,23 KJ/g ve metabolize olabilir enerji değeri ise 14,12 \pm 0,14 KJ/g olarak hesaplanmıştır.

Balık yağı, soya yağı, ayçiçek yağı, mısır yağı ve zeytin yağının kullanıldığı yemler ile beslenen balıkların viserosomatik indeks ve hepatosomatik indeks değerleri ile karaciğer yağı oranları Tablo 2'de gösterilmiştir. Her deney grubuna ait değerler iki paralelin ortalaması alınarak verilmiştir.

Araştırmada kullanılan deney yemlerinin ve araştırmanın başlangıcında, 45. günde ve sonunda balık örneklerinin karaciğer yağ asidi kompozisyonu Tablo 3, 4 ve 5'te gösterilmiştir.

Tartışma

Son zamanlarda, balıkların beslenmesi ile ilgili araştırmaların önemli bir kısmını balık yağına alternatif olarak bitkisel yağların balıklarda gelişmeye ve vücut kompozisyonuna etkisi ile ilgili konuları oluşturmaktadır. Bu amaçla; gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada başlangıç yemlerine ilave edilen farklı bitkisel yağların levrek (*Dicentrarchus labrax* L.) yavrularında viserosomatik indeks, hepatosomatik indeks ve karaciğer yağı kompozisyonuna etkisi araştırılmıştır. Araştırmamızın yemleme deneyleri süresince deney tanklarında ölçülen su sıcaklığı (minimum 21 °C, maksimum 26 °C), çözülmüş oksijen (minimum 6,5 mg/l-maksimum 11,3 mg/l), pH

(7,5-8,3) ve tuzluluk (‰ 40) değerlerinin uygun olduğu görülmüştür (31-33). Yemlerdeki besin maddeleri ve enerji değerlerinin ise normal sınırlar içinde olduğu bulunmuştur (18,23,34).

Yemleme deneylerinde 21-26 °C su sıcaklığına sahip tanklarda tutulan balıklara canlı ağırlığının % 4'ü oranında verilen yem ile iyi bir gelişmenin sağlandığı görülmüş, ancak yapılan araştırmalarda levrek yavrularına canlı ağırlığın % 3,5-% 5 oranları arasında yem verilmesinin uygun olduğu da bildirilmiştir (8,35).

Yapılan analiz sonuçlarına göre balıkların toplam karaciğer yağı; zeytin yağı kullanılan grupta en yüksek (% 34,30) ve balık yağı kullanılan grupta en düşük (% 17,61) oranlarda bulunmuştur. Deneyin 45. günü ile deney sonu karşılaştırıldığında balık yağı, soya yağı ve ayçiçek yağı ile beslenen gruplarda bir artış olduğu, mısır ve zeytin yağı ile beslenen gruplarda ise önemli bir değişim olmadığı görülmüştür. Deneyin 45. günü ve deney sonu ile deney başlangıcı karşılaştırıldığında bütün gruplarda toplam karaciğer yağı önemli ölçüde artış göstermiştir ($P < 0,05$) (Tablo 3). Bu sonuçlar balıkların n-3 HUFA'ları yüksek oranda içeren balık yağını ve linolenik asit (18:3n-3) ile linoleik asit (18:2n-6)'i uygun oranlarda içeren soya yağını etkili bir şekilde kullandığını, bu nedenle yağları karaciğerlerinde düşük miktarda

Tablo 2. Deney Yemleri İle Beslenen Levrek Yavrularının Karaciğer Yağı, Hepatosomatik ve Viserosomatik İndeks Değerleri (ortalama \pm s.d.).

	Karaciğer Yağı	Hepatosomatik İndeks	Viserosomatik İndeks
Deney Başı	13,84	2,06	8,45
Kontrol Grubu			
45. Gün	17,61 \pm 0,04 ^a	2,08 \pm 0,04 ^a	9,06 \pm 0,07 ^a
Deney Sonu	19,89 \pm 0,07 ^b	2,10 \pm 0,01 ^{ab}	9,24 \pm 0,04 ^a
Deney Grubu I			
45. Gün	20,70 \pm 0,08 ^b	2,36 \pm 0,01 ^{abc}	10,13 \pm 0,08 ^b
Deney Sonu	23,33 \pm 0,05 ^c	2,42 \pm 0,02 ^c	10,19 \pm 0,06 ^b
Deney Grubu II			
45. Gün	24,94 \pm 0,06 ^d	2,41 \pm 0,03 ^{bc}	11,12 \pm 0,05 ^c
Deney Sonu	26,97 \pm 0,03 ^e	2,45 \pm 0,02 ^c	11,51 \pm 0,03 ^{cd}
Deney Grubu III			
45. Gün	30,10 \pm 0,07 ^f	2,37 \pm 0,01 ^{abc}	11,35 \pm 0,04 ^{cd}
Deney Sonu	31,41 \pm 0,09 ^f	2,31 \pm 0,03 ^{abc}	11,70 \pm 0,03 ^{cd}
Deney Grubu IV			
45. Gün	34,30 \pm 0,09 ^g	2,53 \pm 0,04 ^c	11,63 \pm 0,05 ^{cd}
Deney Sonu	33,07 \pm 0,05 ^g	2,43 \pm 0,03 ^c	11,94 \pm 0,07 ^{cd}

Not: Farklı üst yazılı değerler istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemlidir ($P < 0,05$).

Tablo 3. Araştırmada Kullanılan Yemlerdeki Yağ Asidi Kompozisyonu (Doğal halde %).

Yağ Asitleri	Kontrol Grubu (Balık yağı)	Deney Grubu I (Soya yağı)	Deney Grubu II (Ayçiçek yağı)	Deney Grubu III (Mısır yağı)	Deney Grubu IV (Zeytin yağı)
14:0	0,15	0,05	0,04	0,05	0,03
15:0	0,84	0,28	0,28	0,29	0,26
16:0	19,47	14,67	11,26	14,59	14,29
17:0	1,09	0,41	0,37	0,39	0,36
18:0	3,93	4,30	3,70	2,77	3,12
20:0	0,06	İz	İz	İz	İz
23:0	0,42	0,02	0,09	0,10	0,02
21:0	1,24	0,25	0,23	0,20	0,19
14:1	0,15	0,05	0,04	0,05	0,03
16:1	6,24	1,44	1,34	1,34	1,59
17:1	0,84	0,26	0,20	0,20	0,26
18:1n-9	23,91	23,29	29,69	26,04	62,69
20:1n-9	0,93	0,31	0,24	0,36	0,46
24:1n-9	0,53	0,21	0,18	0,17	0,16
18:2n-6	4,29	40,66	44,58	45,7	9,5
20:2	0,24	0,14	0,15	0,14	0,12
18:3n-6	0,82	0,45	0,37	0,49	0,50
18:3n-3	1,08	5,55	0,55	0,91	0,75
20:3n-6	0,28	0,39	0,54	0,21	0,18
20:4n-6	1,23	0,22	0,19	0,20	0,17
20:5n-3	7,57	1,11	0,88	0,85	0,76
22:6n-3	11,91	1,95	1,61	1,60	1,43
Toplam n-3	20,56	8,61	3,04	3,36	2,94
Toplam n-6	6,62	41,72	45,68	46,60	10,35
Toplam n-9	25,37	23,81	30,11	26,57	63,31
DHA/EPA	1,57	1,76	1,83	1,88	1,88

depoladıkları görülmüştür. Bununla birlikte balıkların, yüksek oranda n-6 ve n-9 serisindeki yağ asitlerini içeren ayçiçek, mısır ve zeytin yağını daha az kullandıkları ve karaciğerlerinde daha yüksek oranlarda depoladıkları belirtilmiştir (20,36).

Benzer şekilde balık yağı ve soya yağı ile beslenen gruplarda hepatosomatik indeks değerleri düşük, diğer bitkisel yağlar ile beslenen balıklarda ise daha yüksek ve yakın değerlerde bulunmuştur ($P < 0,05$) (Tablo 2). Karaciğerin oransal büyüklüğü, balığın beslenme durumu ile büyüme hızının bir indeksi olarak kabul edilmektedir (25). Çipura ve levrek diyetlerinde uygun oranlarda n-3 HUFA kullanılması ile hepatosomatik indeks değerinin düştüğü bildirilmektedir (36,37).

Balık yağı ve soya yağı ile beslenen gruplarda viserosomatik indeks oranı düşük, ancak ayçiçek, mısır ve zeytin yağı ile beslenen gruplarda daha yüksek ve yakın değerlerde bulunmuştur ($P < 0,05$) (Tablo 2). Yapılan araştırmalarda levrek balığının n-3 PUFA'ları düşük oranda içeren yağlarla beslenmesi durumunda, iç organlarda yağ depolanmasının bir sonucu olarak viserosomatik indeks oranının arttığı bildirilmiştir (37-39). Hepatosomatik indeks ve viserosomatik indeks değerlerinde; deneyin 45. günü ile deney sonu karşılaştırıldığında bütün gruplarda bir değişim olmadığı, ancak 45. gün ve deney sonu ile deney başlangıcı karşılaştırıldığında bütün gruplarda bir artış olduğu görülmüştür.

Tablo 4. Deney Başlangıcında ve Deneyin 45. Gününde Balık Karaciğerindeki Yağ Asidi Kompozisyonu (Doğal halde %).

Yağ Asitleri	Deney Başı	Kontrol Grubu (Balık yağı)	Deney Grubu I (Soya yağı)	Deney Grubu II (Ayçiçek yağı)	Deney Grubu III (Mısır yağı)	Deney Grubu IV (Zeytin yağı)
14:0	4,42	4,98	1,83	2,36	2,71	2,29
15:0	0,49	0,67	0,22	0,29	0,34	0,30
16:0	15,33	23,18	15,92	16,69	23,05	17,19
17:0	1,03	1,20	0,61	0,64	0,79	0,64
18:0	2,63	5,52	6,66	5,94	8,61	4,60
20:0	0,08	0,32	İz	0,22	0,31	0,21
21:0	1,61	0,13	0,08	0,07	0,01	0,06
22:0	İz	İz	0,28	İz	0,02	İz
23:0	0,61	0,14	0,02	0,01	İz	İz
24:0	İz	0,11	0,14	0,17	0,18	0,10
14:1	0,11	0,15	0,04	0,06	0,06	0,07
16:1	5,69	7,82	2,53	3,15	3,20	3,51
17:1	0,85	0,10	0,03	0,20	0,94	0,22
18:1n-9	15,50	34,13	20,25	36,52	41,66	55,53
20:1n-9	2,85	2,63	1,11	1,63	1,75	2,02
22:1n-9	İz	0,06	0,05	0,03	0,06	0,02
24:1n-9	0,38	0,51	0,07	0,32	0,33	0,27
18:2n-6	5,26	3,75	24,34	21,36	7,36	5,57
20:2	0,42	0,25	İz	0,65	0,23	0,25
22:2	İz	İz	İz	0,05	0,02	0,01
18:3n-6	0,25	0,14	1,66	0,91	0,14	0,22
18:3n-3	1,30	0,46	2,28	0,34	0,04	0,20
20:3n-3	İz	1,03	0,53	0,08	İz	İz
20:3n-6	0,20	0,14	0,10	0,17	0,14	0,10
20:4n-6	2,78	1,70	0,32	0,92	0,66	0,75
20:5n-3	9,59	6,34	2,14	1,67	1,02	1,73
22:6n-3	18,60	10,97	5,22	2,83	2,16	2,96
Toplam n-3	29,49	18,48	7,99	4,75	3,36	4,99
Toplam n-6	8,49	5,73	26,42	23,36	8,30	6,64
Toplam n-9	18,73	37,33	21,42	38,50	43,80	57,84

Yağ asitleri analizinde; balık yağı kullanılan yemde EPA % 7,57 ve DHA % 11,91, soya yağı kullanılan yemde linolenik asit (18:3n-3) % 5,5 ve zeytin yağı kullanılan yemde ise oleik asit (18:1n-9) % 62,69 oranlarında ve diğer deney gruplarından daha yüksek bulunmuştur. Linoleik asit (18:2n-6); soya yağının kullanıldığı yemde % 40,66, ayçiçek yağının kullanıldığı yemde % 44,58 ve mısır yağının kullanıldığı yemde % 45,57 oranlarında, araşidonik asit miktarları ise; balık yağı kullanılan yemde % 1,23 oranında ve bitkisel yağların kullanıldığı deney gruplarında % 0,17-0,22 oranları arasında bulunmuştur

(Tablo 3). Yemlerde kullanılan balık yağının, levrek yavrularının yağ asidi ihtiyacını karşıladığını, ancak bitkisel yağların n-6 ve n-9 yağ asitleri bakımından yeterli, soya yağı dışında n-3 yağ asitleri bakımından yetersiz olduğu görülmüştür (8-12).

Balıkların karaciğerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre; balık yağı ile beslenen grupta EPA % 7,06 ve DHA % 11,32, soya yağı ile beslenen grupta linolenik asit (18:3n-3) % 2,18 ve zeytin yağı ile beslenen grupta ise oleik asit (18:1n-9) % 57,85 oranlarının diğer

Tablo 5. Deneş Başlangıcında ve Deneş Sonunda Balık Karaciğerindeki Yağ Asidi Kompozisyonu (Doğal halde %).

Yağ Asitleri	Deneş Başı	Kontrol Grubu (Balık yağı)	Deneş Grubu I (Soya yağı)	Deneş Grubu II (Ayçiçek yağı)	Deneş Grubu III (Mısır yağı)	Deneş Grubu IV (Zeytin yağı)
14:0	4,42	3,16	1,83	1,69	1,94	1,72
15:0	0,49	0,45	0,20	0,19	0,19	0,15
16:0	15,33	25,15	17,15	17,00	20,82	17,38
17:0	1,03	1,04	0,56	0,53	0,57	0,44
18:0	2,63	7,21	6,66	6,61	8,93	5,74
20:0	0,08	0,30	0,23	0,18	0,28	0,23
21:0	1,61	0,10	0,08	0,09	0,07	0,12
22:0	İz	İz	0,11	0,25	İz	İz
23:0	0,61	İz	0,02	0,06	0,04	0,01
24:0	İz	0,14	0,13	0,19	0,17	0,09
14:1	0,11	0,11	0,05	0,05	0,05	0,05
16:1	5,69	5,77	2,48	2,25	2,43	2,66
17:1	0,85	0,12	0,02	0,10	0,29	İz
18:1n-9	15,50	42,33	34,62	40,52	42,00	57,85
20:1n-9	2,85	1,44	1,14	0,98	1,01	0,06
22:1n-9	İz	0,03	0,04	0,05	0,03	0,02
24:1n-9	0,38	0,35	0,23	0,22	0,23	0,19
18:2n-6	5,26	2,09	20,97	19,46	14,36	4,26
20:2	0,42	0,17	0,68	0,55	0,46	0,12
22:2	İz	İz	0,05	0,04	0,03	İz
18:3n-6	0,25	0,11	1,47	1,56	0,77	0,43
18:3n-3	1,30	0,15	2,18	0,22	0,14	0,23
20:3n-3	İz	0,10	0,12	0,09	0,15	0,10
20:3n-6	0,20	İz	0,12	0,16	İz	İz
20:4n-6	2,78	0,40	0,25	0,25	0,17	0,04
20:5n-3	9,59	7,06	2,23	1,38	1,08	1,37
22:6n-3	18,60	11,32	3,18	2,79	2,12	2,98
Toplam n-3	29,49	18,63	7,71	4,48	3,35	4,68
Toplam n-6	5,73	2,60	22,81	21,43	15,30	4,73
Toplam n-9	8,73	44,15	36,03	41,77	43,27	58,12

deneş gruplarından daha yüksek olduğu bulunmuştur. Linoleik asit (18:2n-6); soya yağı ile beslenen grupta % 20,97, ayçiçek yağı ile beslenen grupta % 19,46 ve mısır yağı ile beslenen grupta % 14,36 oranlarıyla diğereş deneş gruplarından daha yüksek bulunmuştur. Araşidonik asit (20:4n-6) miktarları ise; balık yağı ile beslenen grupta en yüksek (% 0,40), soya, ayçiçek ve mısır yağı ile beslenen gruplarda daha düşük ve yakın oranlarda (% 0,17-0,25) ve zeytin yağı ile beslenen grupta en düşük oranda (% 0,04) bulunmuştur (Tablo 5). Karaciğer yağ asitleri kompozisyonu; deneşin 45. günü ile deneş sonu değerleri

arasında önemli bir fark göstermemiştir (Tablo 4, 5). Yemlerdeki yağ asitlerinin, balıkların karaciğer yağ asidi kompozisyonu üzerinde etkili olduğu görülmüştür (11,16,17,19,40).

Sonuç olarak, levrek (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) başlangıç diyetlerinde balık yağı yerine kullanılan soya, mısır, ayçiçek ve zeytin yağının, balık karaciğerinde yağ birikimi, hepatosomatik indeks ve viserosomatik indeks değerleri ile karaciğer yağ asitleri kompozisyonu üzerinde etkili olduğu görülmüştür ($P < 0,05$). Yapılan kimyasal

analizlere göre; balıkların n-3 HUFA'lar bakımından zengin olan balık yağı ile n-3 PUFA'ları sınırlı, n-6 PUFA'ları yüksek oranda içeren soya yağını iyi derecede kullandığını, bu nedenle yağların karaciğer ve iç organlarda düşük oranda depolandığı bulunmuştur.

Balıkların n-6 ve n-9 PUFA'lar bakımından zengin olan ayçiçek yağı, mısır yağı ve zeytin yağını daha düşük oranda kullandığı ve bunun bir sonucu olarak bu yağların karaciğer ve iç organlarda yüksek oranda depolandığı görülmüştür.

Kaynaklar

1. Akiyama, D.M.: Future Considerations for the Aquaculture Feed Industry. Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. Thailand and Indonesia, Ed. by Dean M. Akiyama and Ronnie K.H. Tan, 1991: 5-10.
2. Genari, L., Melotti, M., Novelli, A., Garella, E., Roncarati, A.: Essais de Sevrage du Loup Avec Different Aliments Equilibres. IV. International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, 24-27 June 1991, Biarritz, France, 1991: 79-92.
3. Chamberlain, W.G.: Aquaculture Trends and Feed Projections. World Aquacul., 1993; 24: 19-29.
4. New, M.B., Csavas, I.: Aquafeeds in Asia-A. Regional Overview. In Farm Made Aquafeeds, Ed. by M.B. New, A.G.J. Tacon and I. Csavas, FAO Fisheries Technical Paper 343, Asean-EEC Aquacult. Development and Coordination Prog. Rome, 1995: 1-24.
5. Tacon, A.G.J.: Trends in Aquaculture Production. (ISSN, 1020-3443), FAO Aquaculture Newsletter, 1996: 12: 6-10.
6. Autin, M.: Commercial Aquafeed Manufacture and Production. Proceedings of the Workshop of CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), Jointly Organized by CIHEAM, FAO and IEO Mazarron (Spain), 24-26 June 1996. Sci. Eds A. Tacon, B. Basurco, 1997: 79-104.
7. Izquierdo, M., Fernandez-Palacios, H.: Nutritional Requirements of Marine Fish Larvae and Broodstock. Proceedings of the Workshop of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), Jointly Organized by CIHEAM, FAO and IEO Mazarron (Spain), 24-26 June 1996. Sci. Eds. A. Tacon, B. Basurco, 1997: 243-264.
8. Alexis, M.N.: Fish Meal and Oil Replacers in Mediterranean Marine Fish Diets. Proceedings of the Workshop of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), Jointly Organized by CIHEAM, FAO and IEO Mazarron (Spain), 24-26 June 1996. Sci. Eds. A. Tacon, B. Basurco, 1997: 183-204.
9. Sargent, J.R., Henderson, R.J., Tocher, D.R.: The Lipids. In Halver, J. (Ed.), Fish Nutrition, 2nd ed. Academic Press, NY, 1989: pp. 153-218.
10. Bessonart, M., Izquierdo, M.S., Salhi, M., Hernandez-Cruz, C.M., Gonzalez, M.M., Fernandez-Palacios, H.: Effect of Dietary Arachidonic Acid Levels on Growth and Survival of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) Larvae. Aquaculture, 1997; 179: 265-275.
11. Sargent, J., Mcevoy, L., Estevez, A., Bell, G., Bell, M., Henderson, J., Tocher, D.: Lipid Nutrition of Marine Fish During Early Development: Current Status and Future Directions. Aquaculture, 1999; 179: 217-229.
12. Ibeas, C., Rodriguez, C., Badia, P., Cejas, J.R., Santamaria, F.J., Lorenzo, A.: Efficacy of Dietary Methyl Esters of n-3 HUFA vs. Triacylglycerols of n-3 HUFA by Gilthead Seabream (*Sparus aurata* L.) Juveniles. Aquaculture, 2000; 190: 273-287.
13. Watanabe, T.: Lipid Nutrition in Fish. Comp. Biochem. Physiol., 1982; 73B: 3-15.
14. Koven, W.M., Tandler, A., Sklan, D., Kissil, G.W.: The Association of Eicosapentaenoic and Docosahexaenoic Acids in the Main Phospholipids of Different-age *Sparus aurata* Larvae with Growth. Aquaculture, 1993; 116: 71-82.
15. Mourente, G., Tocher, D.R.: Incorporation and Metabolism of ¹⁴C-Labelled Polyunsaturated Fatty Acids in Juvenile Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) in Vivo. Fish Physiology and Biochemistry. Kugler Publications, Amsterdam New York, 1993; Vol. 10: No.6: 443-453.
16. Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I., Olsen, Y.: The Significance of Lipids at Early Stages of Marine Fish: a Review. Aquaculture, 1997; 155: 103-115.
17. Bruce, M., Oyen, F., Bell, G., Asturiano, J.F., Farndale, B., Carrillo, M., Zanuy, S., Ramos, J., Bromage, N.: Development of Broodstock diets for the European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) with Special Emphasis on the Importance of n-3 and n-6 Highly Unsaturated Fatty Acid to Reproductive Performance. Aquaculture, 1999; 177: 85-97.
18. Goddard, S.: Feed Management in Intensive Aquaculture. Copyright 1996 by Chapman and Hall, Printed in the United States of America, Includes Bibliographical References and Index, 1996: ISBN 0-412-07081-2: 194 pp.
19. Steffens, W.: Effects of Variation in Essential Fatty Acids in Fish Feeds on Nutritive Value of Freshwater Fish for Humans. Aquaculture, 1997; 151: 97-119.
20. Caballero, M.J.; Lopez-Calero, G., Socorro, J., Roo, F.J., Izquierdo, M.S., Fernandez, A.J.: Combined Effect of Lipid Level and Fish Meal Quality on Liver Histology of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*). Aquaculture, 1999; 179: 277-290.

21. Csavas, I., Majoros, F., Varadi, L.: Technology of Pellet Feed Manufacturing for Warmwater Fishes in the Experimental Fish Feed Mill of the Fish Culture Research Institute, Szarvas, Hungary. From Proc. World Symp. On Finfish Nutrition and Fishfeed Techn., Hamburg, 1979: Vol. II: 75-85.
22. AOAC.: Official Methods of Analysis (16th. Edition) Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, Maryland, 20877-2417 USA. Vols. I and II, 4th Revision, , Vols. I and II, 4th Revision, 1998.
23. Arthur, M., Phillips, JR.: Caloric and Energy Requirement. (Ed. by John E. Halver). Fish Nutrition. Academic Press. 713 pp. London, 1972:1-27.
24. Ricker, W.E.: Growth Rates and Models in W.S Hoar, D.J. Randall and J.R. Brett Eds. Fish Physiology, Academic Press, Newyork. Vol. 8., 1979.
25. Schreck, C.B., Moyle, P.B.: Methods for Fish Biology. Oregon Cooperative Fishery Research Unit U.S. Fish and Wildlife Service Oregon State University. American Fisheries Society, Mayland, USA, 1990.
26. Folch, J., Lees, M., Sloane Stanley, G.H.: A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipids from Animal Tissues. J. Biol. Chem, 1957; 226: 497-509.
27. Christie, W.W.: Lipid Analysis. Pergamon, Oxford, England, 1992.
28. Elbek, A. G., Oktay, E., Saygı, H.: Su Ürünlerinde İstatistik. E. Ü., Su Ürünleri Fak. Yayınları No:19. Ders Kitabı Dizin No:6. (ISBN 975-483-325-7). E. Ü. Basımevi Bornova İzmir, +229, 1996.
29. Koray, T.: Su Ürünleri Araştırmalarında Biyometrik Yöntemler. 2. Baskı. E. Ü., Su Ürünleri Fak. Yayınları No. 45. Cilt 1. ISBN 975-483-216-1. E. Ü. Basımevi Bornova İzmir, +166, 1998.
30. Özdamar, K.: Tıp Biyoloji Eczacılık ve Diş Hekimliği Öğrencileri için SPSS ile Biyoistatistik. 3. Baskı. Kaan Kitabevi. Eskişehir. (ISBN 975-6787-03-1), 1+ 454, 1999.
31. Atay, D.: Deniz Balıkları ve Üretim Tekniği (2. Baskı). A.Ü. Ziraat Fak. No, 1352, Ders Kitabı Ankara, 1994: +392: 291-302.
32. Alpbağ, A.G.: Deniz Balıkları Yetiştiriciliği (2. Baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fak. Yayınlar No: 20, E.Ü. Basımevi, Bornova, İzmir, 1996: 295-322.
33. Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E., Okumuş, İ.: Türkiye Su Ürünleri Sektörü. Potansiyeli, Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. İstanbul Ticaret Odası Yayın No:1999-2, ISBN-975-512-321-0, +414, 1999: 119-125.
34. Barnabe, G.: Rearing Bass and Gilthead Bream in Aquaculture. Ed. by Barnabe, G., Ellis Horwood, London, 1990: Vol. II: 647-687.
35. Langar, H.: Relationship Between Dietary Protein Quality, Feeding Pattern and Growth in Seabass (*Dicentrarchus labrax*) Fry. Proceedings of the Workshop of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), Jointly Organized by CIHEAM, FAO and IEO Mazarron (Spain), 24-26 June 1996. Sci. Eds. A. Tacon, B. Basurco, 1997: 265-274.
36. Ibeas, C., Cejas, J., Gomez, T., Jerez, S., Lorenzo, A.: Influence of Dietary n-3 Highly Unsaturated Fatty Acid Levels on Juvenile Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) Growth and Tissue Fatty Acid Composition. Aquaculture, 1996; 142: 221-235.
37. Ballestrazzi, R., Lanari, D.: Growth, Body Composition and Nutrient Retention Efficiency of Growing Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) Fed Fish Oil or Fatty Acid Ca Salts. Aquaculture, 1996; 139: 101-108.
38. Perez, L., Gonzalez, H., Jover, M., Fernandez-Carmona, J.: Growth of European Sea Bass Fingerlings (*Dicentrarchus labrax*) Fed Extruded Diets Containing Varying Levels of Protein, Lipid and Carbohydrate. Aquaculture, 1997; 156: 183-193.
39. Dias, J., Alvarez, M.J., Diez, A., Arzel, J., Corraze, G., Bautista, J.M., Kaushik, S.J.: Regulation of Hepatic Lipogenesis by Dietary Protein/Energy in Juvenile European Seabass (*Dicentrarchus labrax*). Aquaculture, 1998; 161: 169-186.
40. Sargent, J.R., Mcevoy, L.A., Bell, J.G.: Requirements, Presentation and Sources of Polyunsaturated Fatty Acids in Marine Fish Larval Feeds. Aquaculture, 1997; 155: 117-127.