

# Deniz Balıkları Larvalarının Beslenmesinde $\omega$ -3 serisi Yağ Asitlerinin Önemi ve Son Gelişmeler

Abdurrahman POLAT, Gülsün BEKLEVİK

Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 01330 Balcalı, Adana-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 26.12.1997

**Özet:** Deniz balıkları larvaları, genelde  $\omega$ -3 serisi HUFA'lara, özellikle eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA)'e gereksinim duyarlar. Larvaların canlı kalmaları, aktiviteleri ve gelişmeleri rasyondaki esansiyel yağ asiti düzeyinden etkilenmektedir. Balık larvalarının besinlerindeki  $\omega$ -3 HUFA serisi yağ asitleri eksikliği, anormal pigmentasyon, ascites vb. patolojik belirtilerin görülmesine, yem değerlendirme oranında düşme, düşük gelişme ve yoğun ölümlere neden olabilmektedir. Larva beslemede, balıkların canlı yem ve mikrokapsül yemlerindeki EPA/DHA oranı, larvanın gelişimi ve yaşaması için önemli bir faktördür.

**Anahtar Sözcükler:** Yağ asitleri,  $\omega$ -3 HUFA, EPA, DHA

## The Importance of $\omega$ -3 Series Fatty Acids in Marine Fish Larvae Nutrition and Recent Developments

**Abstract:** In general, marine fish larvae require  $\omega$ -3 HUFA, especially eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA). Larval growth, survival and larval activity are affected by dietary levels of essential fatty acids. Some pathological signs, such as abnormal pigmentation, hydrops etc. and low feed conversion efficiency, poor growth, mass mortality are related to  $\omega$ -3 HUFA series fatty acids deficiency in larvae food. EPA/DHA ratio in live foods or microencapsuled diets is an important factor in larval development and survival.

**Key Words:** Fatty acids,  $\omega$ -3 HUFA, EPA, DHA.

### Giriş

Son yıllarda dünyada ve ülkemizde giderek yayılan deniz balıkları yetiştiriciliğinde karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi, erken larva döneminde görülen yoğun ölümlerdir. Bu ölümlerin nedeni, ilk larva yeminin besinsel açıdan yetersizliğine bağlanmaktadır (1). Bu yüzden son yıllarda yapılan çalışmalarda, balık dokusunda yüksek düzeylerde bulunan  $\omega$ -3 serisi çok doymamış yağ asitleri (HUFA), balıkların bu yağ asitlerine yüksek düzeylerde ihtiyaç duyduğunu düşündürmektedir (2). Özellikle deniz balıklarının beslenmelerinde kullanılan canlı yemler, halen tüm dünyada yetiştiricilikte vazgeçilmez bir besin niteliğindedir. Canlı yemlerin bu öneminin, içermiş oldukları yüksek düzeydeki  $\omega$ -3 serisi (HUFA) yağ asitlerinden kaynaklandığı araştırmalarla ortaya konmuştur (3). Larva besinlerindeki  $\omega$ -3 serisi yağ asitlerinin (HUFA) yetersizliği, genel olarak yem değerlendirmede düşme, zayıf gelişme, kas su içeriğinde artış, doku yağ kompozisyonunda değişme, bazı patolojik

belirtiler ve yoğun ölümlere neden olabilmektedir (4). Bu derleme makalesinde, konunun detaylarıyla incelenip, bu yönde yapılmış araştırmalar ve en son gelişmeler değerlendirilerek, uygulamaya katkı getirilmesi amaçlanmıştır.

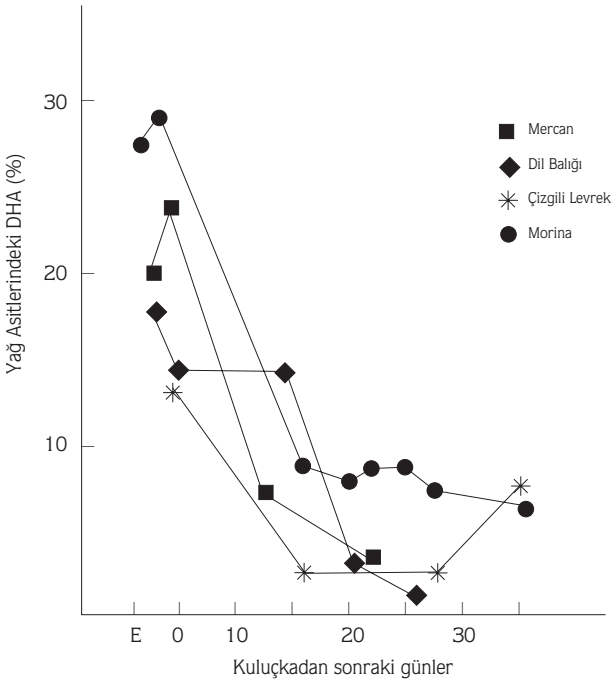
### Yumurta ve Erken Evredeki Larvalarda Yağ Asiti Kompozisyonu

Balık yumurtaları, embriyonun büyümesi ve keseli dönemdeki larvanın gelişimi için ihtiyaç duyulan tüm esansiyel besinleri içermektedir. Bunların kimyasal bileşenlerinin analizleri, larvaların ihtiyaç duyduğu besinler konusunda önemli katkılar getirebilmektedir. Deniz balığı yumurtalarının yağlarında bulunan temel yağ asitleri, dokosaheksaenoik asit (22:6 $\omega$ -3; DHA), eikosapentaenoik asit (20:5 $\omega$ -3; EPA), palmitik asit (16:0) ve oleik asittir (18:1 $\omega$ -9) (Tablo 1)(4).

Tablo 1. Bazı Deniz Balığı Yumurtalarındaki Toplam Lipitlerin Temel Yağ Asit İçerikleri (4).

TÜRLER	YAĞ ASITLERİ	KAYNAKLAR
<i>H. hippoglossus</i>	DHA, 16:0, 18:1n-9, EPA	Falk - Petersen, 1989
<i>S. maximus</i>	16:0, DHA, 18:1n-9, 16:1n-7, EPA	Planas, 1989
<i>P. platessa</i>	DHA, 16:0, EPA, 18:1n-9	Rainuzzo, 1993
<i>C. hippurus</i>	DHA, 16:0, 18:1n-9	Ako, 1991
<i>P. major</i>	18:1n-9, 16:0, DHA, 16:1n-7, EPA	Izquierdo, 1989
<i>S. aurata</i>	DHA, 16:0, 18:1n-9, EPA	Mourente ve Odriozola, 1990

Watanabe (5), yaptığı bir çalışmada morina (*Gadus morhua*), mercan (*Pagrus major*), çizgili levrek (*Longirostris delicatissimus*) ve dilbalığı (*Solea solea*)



Şekil 1. Morina (*Gadus morhua*), çizgili levrek (*Longirostris Pagrus major*), mercan (*Pagrus major*) yumurta ve larvalarında DHA'nın zamana bağlı değişimi (5)

yumurta ve larvalarında DHA'nın zaman içindeki değişimini incelemiştir (Şekil 1).

Larva çıkışı sonrasında DHA konsantrasyonunun hızla, özellikle ilk 10 gün içerisinde azaldığı görülmektedir.

Morinada (*Gadus morhua*) ise başlangıçta 0.61 g olan DHA değeri 10 gün sonunda 0.12 g'a düşmüştür. Atlantik halibut'larda (*Hippoglossus hippoglossus*), yumurta ve keseli dönemde  $\omega$ -3 serisi HUFA'ların belirgin bir şekilde katabolize edildiği saptanmıştır (6). Bu yağ asitlerinin bahsedilen peryot sırasında temel enerji kaynağı olarak kullanıldığı kabul edilmektedir. Bununla birlikte morina (*Gadus morhua*), mercan (*Pagrus major*) gibi diğer pek çok türlerde, larval gelişme ve embriyogenesinin geç safhalarında, doymuş ve monodoymuş yağ asitleri katabolize edilirken,  $\omega$ -3 serisi yağ asitlerinin korunduğu gözlenmiştir. Rainuzzo ve ark. (7)'na göre, yumurtadan yeni çıkmış larvalar, vücutlarındaki toplam yağ içeriğine bağlı olarak yağ asidi kullanımı açısından iki temel gruba ayrılabilir. Birinci gruptaki larvalar yüksek lipit içeriğine sahip olup enerji elde etmek amacıyla  $\omega$ -3 HUFA'ların büyük bir kısmını kullanırlar. Buna karşın ikinci gruptaki larvalar genelde düşük lipit içeriğine sahip olup gelişim esnasında enerji sağlamak amacıyla 16:0 ve n-9 serisi yağ asitlerini kullanırlar. Rodriguez (8), mercan (*Pagrus major*) larvalarını gelişimlerinin ilk günleri boyunca sırasıyla doymuş, n-9, n-6 ve son olarak ta n-3 yağ asitlerini

Tablo 2. Bazı Deniz Balığı Larvalarında Açlık Esnasında Yağ Asiti Korunumunun Durumu (4).

TÜRLER	YAĞ ASITLERİ	KAYNAKLAR
<i>S. maximus</i>	DHA+AA>Doy.>Tek doy.>EPA	Rainuzzo, 1994
<i>G. morhua</i>	DHA+18:0>Diğer yağ asitleri	Vander Meeren, 1991
<i>C. hippurus</i>	AA+DHA>Diğer yağ asitleri	Ako, 1991
<i>P. major</i>	DHA>EPA>n-6>Tek doy.+Doy.	Trandler, 1989
<i>S. aurata</i>	DHA>EPA>Tek doy.>n-6	Koven, 1989
<i>S. aurata</i>	DHA+AA>EPA>Doy.>Tek doy.	Rodriquez, 1994

kullandığını saptamıştır. Izquierdo (4), aç ve beslenme durumundaki deniz balıkları larvalarında yağ asiti kayıpları konusunda yapılmış araştırma sonuçlarını değerlendirmiştir (Tablo 2).

Tablo 2'de de görüldüğü gibi, DHA, araşidonik asit ve bazı türlerde EPA, açlık sırasında kalkan (*Scopthalmus maximus*), morina (*Gadus morhua*), mercan (*Pagrus major*) gibi bazı deniz balığı larvalarında diğer yağ asitleri harcanırken muhafaza edilmişlerdir. Izquierdo (4)'e göre

Rodriguez (1994)'ün yapmış olduğu araştırma sonuçları çipura (*Sparus aurata*) larvalarında açlık boyunca sadece DHA'nın değil, aynı zamanda araşidonik asit ve EPA'nın da önemli oranlarda korunduğunu göstermektedir. Bu araştırmaların sonuçları, DHA'nın deniz balıkları için ayrı bir öneme sahip olduğunu göstermektedir.

### Larvalarda $\omega$ -3 Serisi Yağ Asiti İhtiyacı

Kara hayvanları için genelde  $\omega$ -6 serisi yağ asitleri önemlidir. Balıklar ise  $\omega$ -3 serisi yağ asitlerine karada yaşayanlardan daha çok ihtiyaç gösterirler. Kayama (9)'ya göre bunun sebebi, genellikle aquatik ( poikilotermik ) hayvanların kara hayvanlarına (hemeotermik ) göre düşük vücut sıcaklıklarına sahip olmaları ve  $\omega$ -3 serisi yağ asitlerinin eşit C zinciri uzunluğundaki  $\omega$ -6 serisi yağ asitlerinden daha düşük erime noktalarına sahip olmalarındandır. Bunun yanında, tatlı su balıklarının  $\omega$ -6 serisi yağ asiti içeriği, deniz balıklarına göre daha yüksek düzeydedir. Soğuk su balıkları, ılık su balıklarından daha fazla  $\omega$ -3 serisi yağ asitlerine ihtiyaç duyarlar. Bunun sebebi, soğuk su koşullarında doymamış yağ asitlerinin membran yapısında daha fazla kullanılmasıdır. Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) gibi tatlı su balıkları için esansiyel olan 18:3 $\omega$ -3, 20:5 $\omega$ -3 veya 22:6 $\omega$ -3 ile aynı etkinliktedir. Çünkü bu balıkların, ihtiyaç duydukları (20:5 $\omega$ -3) ve (22:6 $\omega$ -3)'ü, linolenik asitten sentezleyebilmektedirler. Ancak deniz balıklarında bu çevirim çok sınırlıdır (10). Yapılan araştırmalar, deniz balıkları için daha çok 20:5 $\omega$ -3 ve 22:6 $\omega$ -3 yağ asitlerinin önemli olduğunu ortaya koymuştur (11). Ayrıca tuzluluğun esansiyel yağ asidi ihtiyacını artırdığı saptanmıştır (12). Bazı deniz balığı türlerinde, larva ve genç balıklarda  $\omega$ -3 HUFA ihtiyaçları Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3. Bazı Deniz Balığı Türlerinde Larva ve Genç Balıklarda  $\omega$ -3 HUFA İhtiyaç Düzeyleri (Yemin yüzdesi, %) (4).

Türler	Larva	Genç Balıklar	Kaynaklar
<i>S. maximus</i>	1.2-3.2	0.8	Le Millinaire, 1984
<i>P. olivaceous</i>	1.8-3.5	1	Izquierdo, 1990
<i>S. quinquerradiata</i>	> 3.9	2	Watanabe, 1993
<i>L. delicatissimus</i>	>3	1.7	Watanabe,1993
<i>O. fasciatus</i>	3	1	Watanabe, 1993
<i>P. major</i>	3.5	1	Izquierdo, 1989
<i>S. aurata</i>	0.8-5.5	0.9-1.9	Rodriguez,1993

Tablo 3'te de görüldüğü gibi, larva ve genç balıklarda  $\omega$ -3 HUFA düzeyleri farklı olabilmektedir. Bu farkın nedeni larvaların yüksek büyüme oranı ile beraber metabolizma ve membran yapıları için  $\omega$ -3 HUFA'ya daha fazla ihtiyaç duymalarından kaynaklanmaktadır. En yüksek ihtiyaç düzeyi, sarı kuyruk (*Seriola quinqueradiata*) için saptanmıştır.

Deniz balığı larvalarının esansiyel yağ asidi düzeyi düşük rotifer, artemia veya suni yemlerle beslenmeleri, kalkan (*Scophthalmus maximus*) (13), çizgili levrek (*Longirostris delicatissimus*) (14), mercan (*Pagrus major*) (15) için zayıf gelişme ile sonuçlanmıştır. Larvaların canlı kalma oranlarında ise farklı görüşler ortaya çıkmıştır. Izquierdo ve ark. (16), yaptıkları bir çalışmada, değişik lipid emülsiyonları ile zenginleştirilmiş farklı düzeylerde  $\omega$ -3 HUFA içeren 9 grup artemiayı Japon dil (*Paralichthys olivaceous*) balıkları larvalarının beslenmesinde kullanmışlardır. Total boyları 11.4 mm olan dil balıkları, 18 grupta sınıflandırılmış ve 34 gün süren çalışma sonunda Tablo 4'teki sonuçlar bulunmuştur.

Tablo 4'te görüldüğü gibi artemiada  $\omega$ -3 HUFA düzeyi (kuru ağırlıkta) %1.84' den %3.5 düzeyine yükseldiğinde larvaların boy ve canlı ağırlıklarında önemli artışlar gözlenmiştir. Örneğin, %1.84 $\omega$ -3 HUFA düzeyinde ortalama canlı ağırlık 142.2 mg ve ortalama boy 28.01 mm iken, %3.48 $\omega$ -3 HUFA düzeyinde, canlı ağırlık 210.1 mg'a, boy ise 30.81 mm'ye yükselmiştir. Araştırmada, %4'ün üzerindeki  $\omega$ -3 HUFA düzeyinin balıkların gelişimi üzerine etkili olmadığı ve dil balığı (*Paralichthys olivaceous*) larvalarının  $\omega$ -3 HUFA ihtiyacının (artemia-kuru ağırlıkta) %3.5-4 civarında olduğu saptanmıştır.

Koven ve ark. (17), benzeri bir çalışmayı çipura (*Sparus aurata*) larvaları üzerinde yapmışlar ve 4 rotifer grubunu farklı düzeylerde kurutulmuş sübye (20:5 $\omega$ -3 ve 22:6 $\omega$ -3' ce zengin) ve farklı yağ emülsiyonları ile beslemişlerdir. Sonuçta rotifer gruplarının  $\omega$ -3 HUFA içeriği 0.8 , 3.2 , 5.1 ve 8.5 mg/g (kuru maddede) olmuştur. Bu rotiferlerle beslenen çipura (*Sparus aurata*) larvalarında elde edilen bulgular, Şekil 2'de görülmektedir.

Şekil 2'de gözlenebildiği gibi; 8.5 mg/g  $\omega$ -3 HUFA içeren rotifer gurubu ile beslenen larvalardaki canlı ağırlık artışı, 0.8 mg/g  $\omega$ -3 HUFA içeren grupla beslenen larvalara göre 4 kat fazla olmuştur. Benzer olarak

Tank No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Artemiada $\omega$ -3 HUFA miktarı (%).	1.84	2.97	2.68	3.48	5.87	9.00	5.99	3.37	3.94
Vücut ağırlığı ort. (mg)	142.2	187.7	169.1	210.1	233.4	235.6	188.9	208.2	204.2
Total boy ort. (mm)	28.01	29.96	29.21	30.81	31.20	30.98	29.63	28.62	29.41
Canlı kalma oranı (%)	61	70	65	64	70	73	75	74	77

Tablo 4. Farklı Seviyede  $\omega$ -3 HUFA İçerikli Artemialarla Beslenen Japon Dil Balığı (*Paralichthys olivaceous*) Larvaları İçin Elde Edilen Sonuçlar (16).

dokulardaki fosfolipit içindeki  $\omega$ -3 HUFA düzeyi, rotiferlerde HUFA arttıkça önemli derecede artmıştır. Canlı kalma oranında ise gruplar arasında önemli bir farklılık saptanamamıştır .

Düşük düzeyde  $\omega$ -3 HUFA içeren rotifer, artemia veya mikrokapsül yemlerle beslenen larvalarda genelde ölüm oranında artışlar görülmektedir. Örneğin , Watanabe (5), yaptığı bir çalışmada EPA, DHA ve metil oleate (OA) ile zenginleştirilmiş artemialarla beslenen mercan (*Pagrus major*) larvalarının canlı kalma oranlarını test etmiştir. Bu çalışmada, OA ile zenginleştirilmiş artemialarla beslenen larvalarda, aynı süredeki denemenin 5. gününden sonra ölümler gözlenmeye başlanmış ve 12. günün sonunda canlı kalma oranının yalnızca % 60 olduğu saptanmıştır. Diğer yandan, hem DHA hemde EPA ile zenginleştirilmiş artemialarla beslenen larvalarda, canlı kalma oranı hemen hemen % 100 olarak saptanmıştır. Aynı çalışmada, larvalara aktivite testleri de uygulanmıştır. Bu amaçla 50

grubunda % 100 iken, EPA grubunda sadece % 3 düzeyinde olmuştur. 2 dakikalık aktivite testinde bile, DHA grubunda larvaların canlı kalma oranı % 57 olarak saptanmıştır.

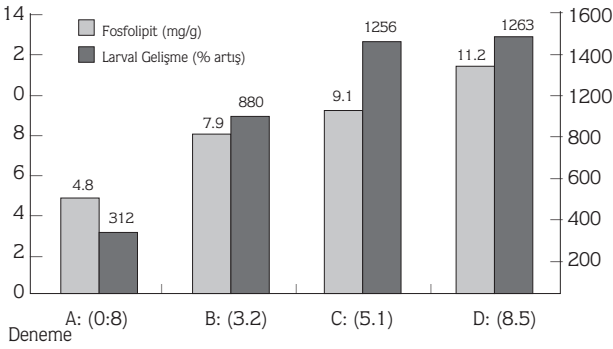
Arnaiz ve ark. (18), yapmış oldukları aktivite testleri sonunda esansiyel yağ asitlerince yetersiz beslenmiş larvaların, yüksek  $O_2$  ihtiyaçlarını karşılayamadığını saptamışlardır. Balıklarda  $O_2$  alma kapasitesinin, solungaçlarda hücre zarının geçirgenliğinde görev alan DHA içeriği ile ilişkili olduğu bilinmektedir.

Yemdeki  $\omega$ -3 HUFA düzeyi balığın biokimyasal yapısını etkilemektedir. Yetersiz düzeyde  $\omega$ -3 HUFA içeren karma yem, artemia veya rotiferlerle beslenen *Pagrus major* (17), *Sparus aurata* (19, 20) larvalarında, fosfolipid ve toplam lipit oranları düşmektedir. Yetersiz düzeyde esansiyel yağ asitleri içeren yemlerle beslenen larvaların fosfolipidlerindeki oleik asitin oranı,  $\omega$ -3 HUFA'ya göre genellikle daha yüksektir. Yemdeki  $\omega$ -3 HUFA düzeyi arttığı zaman ise larvalardaki oleik asit oranı azalmaktadır (16).

Koven ve ark. (21), çipura (*Sparus aurata*) larvaları üzerinde yaptıkları bir çalışmada, 0.8 mg/g  $\omega$ -3 HUFA içeren rotiferlerle beslenen larvalarda nem oranını % 86.2, toplam lipit oranını % 15.8 , 3.2 mg/g  $\omega$ -3 HUFA içerikli rotiferlerle beslenen çipura (*Sparus aurata*) larvalarda ise nem oranını % 84.7, toplam lipiti %17.8 olarak saptamışlardır. Benzer bir araştırmada , yetersiz düzeyde  $\omega$ -3 HUFA içeren rotiferlerle beslenen çipuralarda (*Sparus aurata*), yüzme kesesinin oluşumunda düzensizlik olduğu da saptanmıştır (22).

Ascites (deri altında suyun kabarcıklar halinde birikmesi), genelde esansiyel yağ asitleri eksikliği, özellikle de DHA' nın eksikliği ile ilgilidir (15, 22, 19, 8). Karmalara eklenen EPA ve  $\omega$ -3 HUFA karışımı, ascites oluşumunu tamamen önleyememekte, ancak DHA katkısı ile hemen hemen tamamı önlenilmektedir (5).

Kanazawa (23),  $\omega$ -3 serisi yağ asitlerinden DHA



Şekil 2. Farklı düzeylerde  $\omega$ -3 HUFA içeren rotiferlerle beslenen çipura (*Sparus aurata*) larvalarında fosfolipit (g/g) kuru madde ve larval gelişme oranları (% artış) (17).

larva ağ kepçelerle tanklardan alınmış, 30 saniye ve 2 dakika için havada tutulup başka bir tanka aktarılmıştır. Bu uygulamalardan 24 saat sonra, ölümler kaydedilmiştir. Test sonucunda (30 saniye için) canlı kalma oranı DHA

içeriği eksik yemlerle beslenen ebruli dil balığı (*Limanda yokohamea*) larvalarında göz merceği kenarında hypomelanosis oluştuğunu bulmuştur.

Karanlıkta görmeden sorumlu rodopsin, DHA içerikli gliserofosfolipitler ve retinol proteinin bir bileşenidir. Yemdeki DHA eksikliğinde retinanın formasyonu yavaşlamakta ve görmede aksaklıklar ortaya çıkmaktadır. Bell ve ark. (24) bu konuda yaptıkları bir çalışmada, DHA içermeyen artemialarla beslenen ringa (*Clupea harengus*) balıklarında, hafif aydınlıkta avlanma aktivitelerinin azaldığını saptamışlardır. Ayrıca polar yağlarda düşük içerikte  $\omega$ -3 HUFA veya çok düşük DHA bulunması, özellikle kalkan (*Scophthalmus maximus*) larvalarında zayıf pigmentasyona neden olmaktadır (25).

### EPA/DHA Oranı

Larvaların fosfolipitlerindeki EPA/DHA oranı, larval gelişme ile önemli derecede ilgilidir. Watanabe ve Kiron (26), biyomembranın gliserofosfolipitindeki EPA/DHA oranının, hücre içine ve dışına madde taşınımının sürmesi için çok önemli olabileceğini belirtmişlerdir. Watanabe (5), fosfolipitlerin membrandaki alıcılığını kolaylaştırmak için, EPA ve DHA arasındaki oranın korunması gerektiğini belirtmiştir. Aynı konuda Reitan ve ark. (27), larval pigmentasyon ve larvaların toplam lipitindeki EPA/DHA oranı arasında bir ilişki olduğunu saptamışlardır. Dengesiz oranlar, özellikle yüksek EPA ve düşük DHA düzeyleri, larvalarda yüksek ölümlere yol açabilmektedir. Bugüne kadar, konu ile ilgili yapılan araştırma sonuçları dikkatle gözden geçirildiğinde, deniz balıkları larvalarında EPA'nın DHA'dan daha az etkin olduğu ortaya çıkmaktadır. Tablo 5'te, bazı balık türlerinin, larval dönemde  $\omega$ -3 HUFA ihtiyaç düzeyleri (besinlerinde) ve DHA ve EPA'nın öncelik durumları görülmektedir.

Bu sonuçlar, özellikle deniz balığı larvalarının üretiminde, rotifer ve artemiaların, sağlıklı bir larva yetiştiriciliği için özellikle DHA'ca yüksek yağlarla zenginleştirilmesi gereğini ortaya koymaktadır.

### Kaynaklar

1. Jones, A., Houde, E.D.: Mass rearing of fish fry for aquaculture. In M. Bilio, H. Thal and C.F. Sindermann (Editors), Realism in Aquaculture: Achievements, Constrain Perspectives. European Aquaculture Society, Bredene. 1986: 351-373.

Tablo 5. Bazı Balık Türlerinin Larval Dönemlerinde  $\omega$ -3 HUFA İhtiyaç Düzeyleri (Besinlerinde), EPA ve DHA Arasındaki İhtiyaçtan Kaynaklanan Öncelik Durumları (5).

Balık Türleri ve Besinleri	İhtiyaç Düzeyi (kurumaddede)	Öncelik Durumu
<i>Pagrus major</i>		
*Rotifer	% 3.5 $\omega$ -3 HUFA	DHA>EPA
*Artemia	% 3.0 $\omega$ -3 HUFA	DHA>EPA
<i>Seriola quinqueradiata</i>		
*Artemia	% 3.9< $\omega$ -3 HUFA	DHA>EPA
<i>Oplegnathus fasciatus</i>		
*Rotifer	% 3 < $\omega$ -3 HUFA	DHA>EPA
*Artemia	% 3< $\omega$ -3 HUFA, .%1 DHA	
<i>Solea solea</i>		
*Artemia	%3.5< $\omega$ -3 HUFA %1<DHA veya EPA	DHA>EPA
<i>Scophthalmus maximus</i>		
*Rotifer	% 1-2-3.2 $\omega$ -3 HUFA	DHA>EPA

\* Türlerin besinleri

### Sonuç

Yapılan çok sayıda araştırma deniz balıkları için DHA ve EPA'nın esansiyel olduğunu göstermiştir. Larvaların toplam ve polar lipitlerinin yağ asiti içerikleri, rasyondaki esansiyel yağ asiti düzeyi ile değişmektedir. Genel olarak esansiyel yağ asitleri eksikliği hatalı rasyon formülasyonları veya esansiyel yağ asitleri bakımından yetersiz canlı yemle beslenmeden kaynaklanmaktadır. Esansiyel yağ asiti eksikliği ergin balıklarda, larvalarda olduğu ölçüde büyük sorunlara neden olmayabilmektedir. Bu nedenle, larva yetiştiriciliğinde kullanılan karma yemlerin,  $\omega$ -3 (HUFA) serisi yağ asitlerince desteklenmesi gereklidir. Bu açıdan larvaların toplam lipitlerindeki EPA/DHA oranı da göz önünde tutulmalıdır. Bu yönde yapılacak araştırma sonuçları, gelecekte, larval dönemde görülen yoğun ölümlerin azaltılmasına, önemli katkılarda bulunabilecektir.



3. Leger, P., Bengston, D.A., Simpson, K.L and Sorgeloos, P.: The use and nutritional value of Artemia as a food source. *Ann. Rev. Ocean. Mar. Biol.*1986; 24: 52-62.
4. Izquierdo, M.S.: Essential fatty acid requirements of cultured marine fish larvae. *Tecam.*Organized by CIHEAM-IAMZ, 5-16 May, 1986; 37s.
5. Watanabe, T.: Importance of DHA in marine larval fish. *Journal of The World Aquac. Soci.* 1993; 24:152-161.
6. Falk-Petersen, S., Sargent, J.R., Fox, C., Falk- Petersen, I.-B., Haug, T. and Kjorsvik, E.: Eggs from planktonic samples in Northern Norway. *Mar. Biol.*1989; 101: 553- 556.
7. Rainuzzo, J.R., Reitan, K.T. and Jorgensen, L.: Fatty acid and lipid utilisation in the yolk-sac stage of marine fish larvae. *European Aquac. Soci., Special Publication No:15, Gent, Belgium.*1991; 26-29.
8. Rodriguez, C.: Estudio de los requerimientos de primeras acidos grasos esenciales de la dorada europea durante las dos primera semanas de alimentacion. Ph. D. Thesis University of La Laguna Spain.1994; 284 s.
9. Kayama, M.: Feed oil abst. *Bull.*1977; No.6, 6-10.
10. Kanazawa, A.: Essential fatty acid and lipid requirement of fish. *Nutrition and Feeding in Fish* (Edited by C.B.Cowey,A.M.Mackie and J.G.Bell), London.1985; 281-298.
11. Moruente, G. and Odriozola, J. M.: Effect of broodstock diets on lipid classes and their fatty acid composition of larvae of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Fish Physiol. And Biochem.*1990; 8(2): 103-110.
12. Çetinkaya, O.: *Balık Besleme Ders Kitabı 100 Yıl Üniv. Ziraat Fak., Van, Yayın no:9, 1995; 137s.*
13. Le M.linarie. Gatesoupe J. and Stephan G.: Approshedu besoin quantitatif en gros langus polyunsatures de la resie n-3 chez la larve de turbot (*Scophthalmus maximus*).*C.R.Acad. Sci.* 1983.
14. Izquierdo, M.S.: Estudio de los requerimientos de acidos grasos esenciales en larvas de peces marinos. Modificacion de la composicion lipidica de las presas. Dr. in Biological Sciences Thesis.University of La Laguna, Spain.1988; 205s.
15. Izquierdo M.S. Watanabe T. Takeuchi, T. Arakawa T.and Kitajima.C.: Requirement of larval red seabream (*Pagrus major*) for essential fatty acids. *Nippon Suisan Gakkaishi.*1989; 55(5):854-867.
16. Izquierdo, M.S., Arakawa T., Takeuchi, T., Hargun R. and Watanabe, T.: Effect of  $\omega$ -3 HUFA levels in Artemia on growth of larval Japanese flounder (*Paralichthys olivaceous*). *Aquaculture.* 1992; 105: 73-82.
17. Koven., W.M., Tandler, A., Kissil, G. Wm., Sklan, D.,Frieziander. O. and Harel, M.: The effect of dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids on growth, survival and swim bladder development in sparus aurata larvae. *Aquaculture.*1990; 91:131-141.
18. Arnaiz, R., Coa, A., Linares, F., Corcobado, F., Bellverp,P., Farida, T. and Sanjurjo, B.: Evaluacion de niveles de acidos grasos en larvas de rodaballo *Plasetta maxima*, en cultivo intensivo El periodo critico. *Actas III Congreso nac. Acuicult.*1990; 127-132.
19. Rodriguez, C., Perez, J.A., Izquierdo, M.S., Mora, J., Lorenzo, A. and Fernandez- Palacios, H.: Essential fatty acid requirements for larval gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture and Fisheries Management.*1993; 24:295-304.
20. Salhi, M., Izquierdo, M.S., Hernandez-Cruz, C.M., Gonzales, M. and Fernandez- Palacios, H.: Effect of lipid and  $\omega$ -3 HUFA levels in microdiets on growth, survival and fatty acid composition of larval gilthead seabream (*Sparus aurata*).*Aquaculture.*1994; 24:275-282.
21. Koven, W.M.: The combined effect of dietary n-3 highly unsaturated fatty acids and age, on growth, survival and lipid composition in larval gilthead seabream (*Sparus aurata, Perciformes Teleostei*) PhD Thesis, Hebrew University, Israel.1991.
22. Watanabe, T., Izquierdo, M.S., Takkeuchi, T., Satoh, S. and Kitajima C. Comparison between eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in larval red seabream -Nippon Suisan Gakkaishi. 1989; 55(9): 1636-1640.
23. Kanazawa, A.: Nutritional mechanisms involved in the occurrence of abnormal pigmentation in hatchery-reared flatfish. *J. World Aquac. Soc.*1993; 24(2): 162-166.
24. Bell, M.V., Batty, R.S., Dick, J.R., Fretwell, K., Navarro, J.C. and Sargent, J.R.: Dietary deficiency of docosahexaenoic acid impairs vision at low intensities in juvenile herring (*Clupea harengus L.*).*Lipids.*1995; 30(5): 443-449.
25. Rainuzzo, J.R., Reitan, K.I., Jorgensen, L. and Olsen, Y.: Lipid composition in turbot larvae fed live feed cultured by emulsion of different lipid classes. *Comp. Biochem.and Physiol.*1994; 107 (4): 699-710.
26. Watanabe, T. and Kiron, V.: Prospects in larval fish dietetics. *Aquaculture.*1994; 124:223-251.
27. Reitan K. Rainuzzo J.R. and Olsen Y.: Influence of lipid composition of live feed on growth, survival and pigmentation of turbot larvae. *Aquaculture.* 1994; 2: 33-48.