

Çipura (*Sparus aurata* L., 1758) Larva Yetiştiriciliğinde Mikrokapsül Yemler Kullanılarak *Artemia* (*Artemia salina* L., 1758) Kullanımının Azaltılması

*Kutsal Gamsız, Atilla G. Alpbaz

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100 Bornova, İzmir, Türkiye
*E mail: kutsal.gamsiz@ege.edu.tr

Abstract: *Reducing artemia (Artemia salina L., 1758) use in the rearing of gilthead seabream (Sparus aurata L., 1758) by using microencapsulated feed.* In this study, gilthead sea bream larvae were fed by using different concentrations of artemia and microcapsule feeds between the 21st and 35th days, artemia usage ratios were tried to be decreased determining the growth and survival ratios of the larvae between these days. During the study, the test groups were fed by using 100% Artemia, 25% Microcapsule + 75% Artemia, 50% Microcapsule + 50% Artemia and 100% Microcapsule ratios. At the end of the experiment on decreasing artemia usage ratios, it was determined that the growth and survival ratios of the group having 25% Microcapsule + 75% Artemia feeding regime were similar to those of the control artemia group. According to these results, it was concluded that between the 21st and 35th days, artemia usage ratios which is take very important part of the expenses of marine fish larval rearing, could be decreased by 25% using microcapsule feeds, and that it did not have any effect on larval growth and survival.

Key Words: Gilthead seabream larvae, *Sparus aurata*, artemia, microcapsule, feed.

Özet: Bu çalışmada, çipura larvaları 21-35. günler arasında farklı oranda artemia ve mikrokapsül yemler kullanılarak beslenmiş, larvaların bu günler arasındaki gelişme ve yaşama oranları tespit edilerek, artemia kullanım oranlarının azaltılmasına çalışılmıştır. Çalışmada deneme grupları %100 artemia, %25 Mikrokapsül + %75 artemia, %50 mikrokapsül + %50 artemia, %100 mikrokapsül olacak şekilde beslenmişlerdir. Artemia kullanım oranlarının azaltılması üzerine yapılan çalışmada, %25 mikrokapsül + %75 artemia besleme rejimi uygulanan gruptaki yaşama ve gelişme oranlarının kontrol grubu olan artemia grubu ile istatistik olarak farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Bu sonuca göre 21-35. günler arasında mikrokapsül yem kullanılarak, çipura larvası yetiştiriciliğinde yem giderleri içinde büyük bir pay tutan artemia kullanım oranlarının %25 azaltılabileceği, bunun larvaların gelişme ve yaşama oranı üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çipura larvası, *Sparus aurata*, artemia, mikrokapsül yem.

Giriş

Çoğu deniz balığının larval yetiştiriciliği, hala bazı dezavantajlarına rağmen, başta artemia ve rotifer olmak üzere canlı yemlerin kullanımına dayanmaktadır (Person-Le Ruyet, 1989). Canlı yemler, yetiştiricilik ortamlarında kolaylıkla ve yoğun olarak üretilebilme özellikleri nedeni ile geniş kullanım alanı bulmaktadır. Ancak, sahip oldukları besin içeriğinin, özellikle esansiyel yağ asitleri açısından yetersiz olması, bu yemlerin çeşitli maddeler kullanılarak zenginleştirilmesini gerektirmektedir (Han ve diğ. 2000). Canlı yemlerin üretimi ve zenginleştirilmesi faaliyetleri larva üretim maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Person Le Ruyet ve diğ. (1993), levrek balıklarının larva yetiştiriciliğinde ilk 45 günlük süredeki maliyetinin %79' unun canlı yemlerden kaynaklandığını bildirmiştir. Bu yüzden larva üretim maliyetlerinin düşürülmesi, üretimin devamı ve larva üretiminde stabiliteğin sağlanması ancak canlı yemlerin kullanımının, formüle yemler ile azaltılması ve tamamı ile ortadan kaldırılması ile sağlanacaktır (Cahu ve Infante 2001). Person Le Ruyet ve diğ. (1993), levrek balıklarının larva yetiştiriciliğinde karma yeme geçişin 15 gün erkene alınmasının artemia kullanım oranlarında %80 tasarruf sağlanabileceğini bildirmiştir. Bu yüzden deniz balıkları larva

üretiminde canlı yemlerin yerine kullanılabilecek bir mikropartikül yem geliştirilmesi deniz balıkları yetiştiriciliğinin gelişimi için temel bir uğraş olarak kalmıştır (Yufere ve diğ. 2002).

Sucul hayvanların larval beslemesinde kullanılmak üzere birçok çeşitte yem geliştirilmiştir. Genel olarak mikrokapsül, mikrobağlanmış ve mikrokaplanmış olarak sınıflandırılabilen bu yemler, yapılarında kullanılan teknik ve materyaller nedeni ile farklı özellik ve yapılar göstermektedirler (Person-Le Ruyet 1989, Langdon 2000).

Birçok farklı özellikte yem olması ve formüle yemlerin canlı yemlerin yerini alması gerekliliğine rağmen şu ana kadar deniz balıkları larva yetiştiriciliğinde, canlı yemlerin yerine alabilecek bir mikropartikül yem geliştirilememiş, mikropartikül yem kullanımı sonucunda larvalarda sınırlı bir büyüme ve yaşama oranı elde edilmiştir (Langdon 2003, Takeuchi ve diğ. 2003). Ancak yapılan çalışmalar sonucunda alınan bazı sonuçlar gelecek için ümit vermektedir (Fontagne ve diğ. 2000; Lazo ve diğ. 2000).

Mikropartikül yemlerin canlı yemler ile birlikte kullanılması durumunda alınan olumlu, tartışılabilir sonuçlar, mikropartikül yemler içerisinde bazı besin maddelerinin kayıplara uğradığını göstermektedir. Özellikle larval gelişmede enerji kaynağı olarak ve cezbedici özellikleri nedeni ile önemli

yer tutan serbest aminoasitler, mikropartikül yemler içerisinde en çok kayba uğrayan besin maddeleri olarak görülmektedir. Larvada gelişimin sağlanması için serbest aminoasitlerin yem içerisinde kalması gerekliliği, bunu sağlayacak yem tipleri geliştirilmesine neden olmuştur (Yufera ve diğ., 2002). Kompleks mikropartiküller denen bu yem tipinde, en az iki farklı partikül tipi bir yem içerisinde bir arada kullanılmaktadır. Bu yem tipinde, bir araya getirilen partiküller taşıyıcı ve temel yapıda olmakta, yağ, protein ile düşük ve yüksek moleküler ağırlıktaki suda eriyen besin maddelerini içererek, larvanın ihtiyaçlarını karşılayabilecek bir yem haline getirilmektedir (Langdon 2003). Kompleks partikül yemler içerisinde suda eriyen besin maddelerinin özellikle de aminoasitlerin taşınmasında kullanılan taşıyıcı partikül tiplerinden biri de lipozomdur. Lipozom, fosfolipid çeperi sayesinde içerisinde suda eriyen maddelerin kapsüle edilmesini sağlamakta ve bu sayede suda eriyen protein, aminoasitler, mineral ve vitaminler, ilaçlar vd. gibi maddelerin canlılara ulaştırılmasını sağlamaktadır. Bu yüzden son yıllarda larval balık besleme çalışmalarında yoğun olarak kullanılmaya başlamıştır (Koven ve diğ.1999, Yufera ve diğ.,2003, Monraig ve diğ. 2006).

Bu çalışmada, 21-35. günler arasında çipura larvalarının, canlı yemler yerine kompleks koaservasyon yöntemi ile yapılan lipozom içerikli kompleks mikropartikül yemler ile beslenmesi durumunda yaşama ve gelişme oranlarındaki değişimler araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma, İsrail Eilat' da bulunan Ulusal Deniz Balıkları Merkez' inde (NCM) 1999-2001 yılları arasında yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan larvalar, 100 larva l⁻¹ stoklama yoğunluğunda, 400 lt' lik tank sistemlerinde NCM' de uygulanan standart protokole göre yetiştirilmiştir. Buna göre tanklara günde 2 defa 4' er litre alg (*Nannochloropsis sp.*) (0.5 x 10⁶ hücre ml⁻¹) eklenmiştir. Besleme günde 2 defa yapılmış, rotifer ile beslemede 10 rotifer ml⁻¹, artemia ile beslemede 1 artemia ml⁻¹ oranları kullanılmıştır. Tanklarda stoklanan ve beslenen larvalar 19. günde akvaryum deneme sistemine nakledilmişlerdir. Çalışma 27 litrelik akvaryum sistemlerinde yürütülmüş olup 4 deneme grubu ve her grupta 6 tekrar akvaryumu kullanılmıştır. Her akvaryuma 250 adet larva stoklanmıştır. Akvaryum sistemlerine sayılarak alınan larvalar, 21. güne kadar yine standart protokole göre beslenmiş bu arada ölen balıklar sifonlanarak, sayılmış ve ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan akvaryumlarda tank ortam koşullarının aynı uygulanmıştır. Akvaryumların su çıkış borularına larvaların kaçmasını önlemek amacıyla 250µm' lik filtre konulmuştur. Su sıcaklığı (24 °C) ve tuzluluk (25ppt) çalışma boyunca sabit tutulmuştur. Tank yüzeyindeki ışık yoğunluğu 800 lux olarak ölçülmüş, ışıklandırma 12 saat aydınlık 12 saat karanlık olacak şekilde yapılmıştır. Su akışı akvaryum hacminin günlük %30'u değişecek oranda ayarlanmıştır.

Mikrokapsül yemler jelatin akasya kompleks koaservasyon metodu ile Planas ve diğ. (1990)' de verilen

yöntem kullanılarak 300-450µm arasında yapılmıştır. Bu yöntemden farklı olarak yem içerisinde lipozom kullanılmıştır. Mikrokapsül yapımında kapsül duvarının oluşturulmasında jelatin (Domuz Derisi Jelatini, 300 Bloom, Sigma) ve akasya sakızı (Sigma) kullanılmıştır. Çalışmanın bu kısmında kullanılan mikrokapsülün içeriğinin tespitinde, canlı yemlerin besin madde içerikleri ve larvaların besin madde ihtiyaçları dikkate alınmıştır. Buna göre mikrokapsül yemlerin içerikleri ve besin madde kompozisyonu Tablo 1' de verilmiştir.

Mikrokapsül yem yapımı sırasında kullanılan katı hammaddeler yemin besin madde içeriğinin ve şeklinin homojen olması için kırılmıştır. Kırılma işlemi küçük çapta değirmenler kullanılmış olup, hammaddeler kırılma işleminden sonra 60µm'lik elek kullanılarak elenmiş ve elek altı kısmı yem yapımında kullanılmıştır. Hammaddeler hazırlandıktan sonra kapsülasyon işlemine geçilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Yemin Besin Madde İçerikleri.

Hammaddeler	Yem İçerisindeki Kullanım Oranı (% Kuru Ağırlık)	Protein (%)	Yağ (%)
Kalamar Unu (Yağı Alınmış)	24.8	24.8	-
Balık Yağı	13.9	-	13.9
DHA	3.4	-	3.4
Jelatin	17.4	17.4	-
Akasya Sakızı	17.4	-	-
Maya	2.2	-	-
C Vitamini	1.2	-	-
BSA	7.7	7.7	-
Aminoasitler ve Betain	7.7	-	-
Kolesterol	1.2	-	1.2
Lesitin	3.1	-	3.1
TOPLAM	100	49.9	21.6

Lipozom yapımında temel olarak soya kökenli %95 fosfatikolin içeren ticari lesitin (Epikuron 200 SH, Lucas Meyer GMBH) ile kolesterol (>%99-Sigma), kullanılmıştır (Koven ve diğ.1999). Lipozom yapımında lesitin ve kolesterol oranı 10:4 (w/w) olarak kullanılmıştır. Buna göre, kloroform:methanol (2:1) karışımında çözölen lesitin ve kolesterol 250 ml.' lik yuvarlak tabanlı balona konulmuş, daha sonra bu balon Rotavapor R110 (Büchi, İsviçre)' a bağlanarak, orta bir dönüş hızı ile 35 °C' de solventlerin buharlaştırılması sağlanmıştır. Tüm solvent uçurulduğunda balon yüzeyinde bir film tabakası oluşmaktadır. Bu film tabakasının oluşumundan sonra balon 30 dakika süre ile vakumlu desikatöre konarak, kalabilecek tüm solventlerin uçurulması sağlanmıştır. Lipozomun sulu fazında serbest aminoasitler (alanin, glisin) ile betain ve Bovine Serum Albumin (BSA) kullanılmıştır. Betain, Lesitin ve Glisin sırasıyla 20:40:40 oranında saf su içerisinde çözönmüştür. Yine BSA saf su içerisinde çözönmüş, çözelti porositi 3 nolu filtreden geçirilmiştir. Daha sonra serbest aminoasit karışımından 250 mg/2,5 ml ile BSA çözeltisinden 500mg/2,5 ml alınarak cam bilyelerle birlikte balon içerisine eklenmiştir. Balon yine Rotavapor' a bağlanmış, vakumsuz olarak yavaş dönüş hızında, 35 °C' de 30 dakika süre ile işleme konmuştur. Sulu faz ve bilyeler vasıtasıyla balon yüzeyindeki film tabakası, yüzeyden ayrılarak, balon dibinde beyaz opak renkli bir çözelti toplanması sağlanmıştır. Bu

çözelti polikarbonat filtre (0.6 µm) takılmış LiposoFast lipozom ekstruder'ından geçirilmiş (Avestin, Kanada) ve kullanıma hazır hale gelmiştir.

Çalışmada, Kontrol Grubu (Sadece Artemia) %25 Mikrokapsül %75 Artemia, %50 Mikrokapsül %50 Artemia, %100 Mikrokapsül olmak üzere 4 deneme grubu oluşturulmuştur. Larvaların beslemesinde kullanılan artemialar mevcut protokollere göre ticari zenginleştiriciler kullanılarak zenginleştirilmiştir. Canlı yemler günde 2 kez, mikrokapsül yemler ise her iki saatte bir günde 4 kez olmak üzere akvaryum sistemlerine verilmiştir. Yemler larvalara verilmeden önce belirli hacimdeki su içinde karıştırılmış, akvaryumlara su ile birlikte pipet yardımıyla verilmiştir.

Mikrokapsül yemlerin kullanım oranları hesaplanırken, daha önceki çalışmalarda edile tüketim oranları dikkate alınmıştır. Akvaryum sisteminde uygulanan besleme protokolü şu şekildedir.

Kontrol Grubu (Sadece Artemia): 20×10^3

%25 Mikrokapsül %75 Artemia : 60 mg. (Mik.) + 15×10^3

%50 Mikrokapsül %50 Artemia : 120 mg. (Mik.) + 10×10^3

% 100 Mikrokapsül : 240 mg. (Mik.)

Çalışma boyunca günlük olarak akvaryumlar temizlenmiş, ölü balıklar sayılarak kaydedilmiştir. Çalışma sonunda tüm larvalar öldürülmüş, kuru ağırlıkları ölçülmüştür.

Akvaryum çalışması süresince, mikrokapsül grubundaki larva örneklerinin sindirim tüpleri binoküler (Olympus) altında incelenerek yemleri tüketip tüketmediği izlenmiştir.

Akvaryum çalışması sonunda farklı deneme gruplarından elde edilen yaşama ve gelişme oranları verileri SPSS programı kullanılarak istatistiki analize tabi tutulmuş, gelişme ve yaşama oranları arasındaki farklılıkları tespit etmek amacı ile veriler tek yönlü varyans analizi (LSD ve Duncan testleri) kullanılarak değerlendirilmiştir.

Larvaların spesifik büyüme oranlarının (G) tespitinde aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$G = \frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{(t_2 - t_1)} \times 100$$

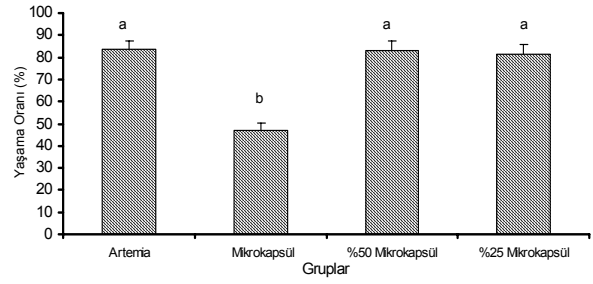
W_1 = Başlangıçtaki ağırlık, W_2 = Çalışma sonundaki ağırlık, $(t_2 - t_1)$ = deneme başlangıcı ve bitişi arasında kalan süre formülü kullanılmıştır (Hoşsu ve diğ., 2001).

Bulgular

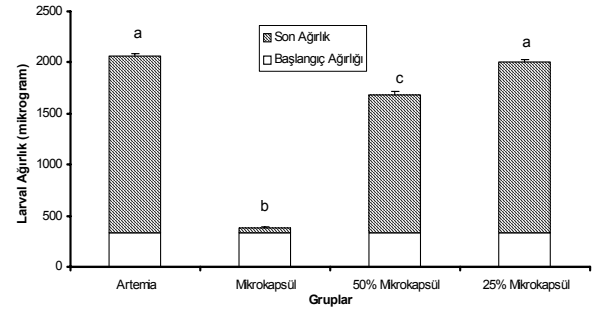
Çipura (*Sparus aurata*) larvalarında 21-35 günler arasında mikrokapsüller kullanılarak artemia kullanım oranlarının azaltılması üzerine yapılan çalışma sonunda larvaların sindirim tüplerinin görsel incelemesinde yemleri tüketebildikleri görülmüştür. Çalışmada gruplar arasındaki en düşük yaşama oranı mikrokapsül ile beslenen grupta elde edilmiş olup, diğer sonuçlar birbirine çok yakın tespit edilmiştir. Yaşama oranlarına ait grafik Şekil 1' de verilmiştir.

Grafikte de görüldüğü gibi yaşama oranları ele alındığında %50 mikrokapsül+%50 artemia ile beslenen grup kontrol grubu ile aynı sonucu vermiştir.

Aynı çalışmada deneme başlangıç ve sonunda larval ağırlıklar ölçülerek gelişme oranları da tespit edilmiştir. Bu sonuçları gösteren grafik Şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 1. Çipura Larvalarında 21-35. Günler Arasında Tespit Edilen Yaşama Oranları (%) (Küçük harfler birbirinden istatistiki olarak belirgin farklılık içeren grupları göstermektedir (ANOVA; p<0.05)).



Şekil 2. Çipura Larvalarında 21-35. Günler Arasında Tespit Edilen Gelişme Oranları (mikrogram l⁻¹) (Küçük harfler birbirinden istatistiki olarak belirgin farklılık içeren grupları göstermektedir (ANOVA; p<0.05)).

Çalışmada elde edilen veriler ışığında hesaplanan spesifik büyüme oranları Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. Spesifik Büyüme Oranları (Küçük harfler birbirinden istatistiki olarak belirgin farklılık içeren grupları göstermektedir (ANOVA; p<0.05)).

Deneme Grupları	Spesifik Büyüme Oranı
Artemia	12,930 ^a
Mikrokapsül	0,94 ^b
%50 Mikrokapsül	9,907 ^c
%25 Mikrokapsül	12,744 ^a

Şekil 2 ve spesifik büyüme oranları verilerinde de görüldüğü gibi, çalışma sonucunda 21-35. günler arasında mikrokapsül yemler kullanılarak artemia kullanım oranının %25 azaltılabileceği, bunun larvaların yaşama ve gelişme oranı üzerine olumsuz bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Şekil 1 ve 2'de, %50 artemia-% 50 mikrokapsül kullanılan gruptaki yaşama oranının diğer gruplardan yüksek bulunduğu, gelişme oranı ve spesifik büyüme oranı sonuçlarının ise kontrol grubu olan artemia ve %25 mikrokapsül gruplarından düşük olmasına rağmen, gruplar arasındaki istatistiki farklılığın büyük olmadığı görülmektedir. Bu sonuçlar artemia kullanım oranının %50 azaltılmasının da, sağlanacak tasarruf nedeniyle mümkün olabileceğini göstermektedir.

Tartışma ve Sonuç

Henüz canlı yemlerin yerini tamamı ile alabilecek bir mikropartikül yem yapılamaması, araştırmacıların iki farklı fikri savunmasına yol açmıştır. Bir grup araştırmacı, balıkların larval dönem boyunca zayıf bir sindirim sistemine sahip olduğunu, enzim sistemleri ve salgılanmasının az gelişmiş ve düşük olduğunu bildirmektedir (Segner ve diğ. 1993; Kolkovski ve diğ. 1993). Mikropartikül yemler içine enzim katkısının ya da mikropartikül yemler ile canlı yemlerin birlikte kullanılması sonucunda canlı yemlerin hücre dışı enzimlerinin yaşama ve gelişme oranını arttırdığını bildiren çalışmalar larvaların yetersiz bir sindirime sahip olduğunu savunan araştırmacıları desteklemektedir (Tandler ve Kolkovski 1991, Walford ve diğ. 1991, Kolkovski ve diğ., 1993, Kolkovski ve diğ. 1997, Yufere ve diğ. 2003).

Diğer bir grup araştırmacı ise larvaların, yumurta açılımından itibaren enzim aktivitesine sahip olduklarını ya da aldıkları besinin yapısına göre enzim aktivitelerini ayarlayabildiklerini bildirmektedir. Bu araştırmacılar, mikropartikül yemlerin kullanımında ortaya çıkan düşük yaşama ve gelişme oranlarının, yemlerin yetersiz bir besin içeriğine sahip olmasından ve larvaların besinsel ihtiyaçlarının tam olarak bilinmemesi nedeni ile gerekli yem içeriğinin oluşturulamamasından kaynaklandığını bildirmektedirler (Zambonino Infante ve Cahu, 1994a; Perez ve diğ. 1996; Moyano ve diğ. 1996; Cahu ve Zambonino Infante 1997; Cahu ve diğ. 1999; Yufere ve diğ. 2000).

Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar larvaların yetersiz bir sindirim sistemine sahip olduğunu savunan araştırmacıların düşüncesini destekler niteliktedir.

Çalışmada canlı yem yerine sadece mikrokapsül yem kullanımında elde ettiğimiz düşük yaşama ve gelişme oranları, daha önce birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalara benzerlik göstermektedir (Zambonino Infante ve Cahu 1994b, Cahu ve Zambonino Infante 1995, Cahu ve Zambonino Infante 1997, Fernandez-Diaz ve Yufere 1997). Larvaların yemleri tüketmesine rağmen özellikle gelişme oranının düşüklüğü, mikrokapsül yemin midesel ve hücrenel sindiriminde problemler olduğunu göstermektedir. Bu sonuç mikropartikül kullanan diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Tandler ve Kolkovski 1991; Person Le Ruyet ve diğ. 1993; Fernandez-Diaz ve Yufere 1997). Bununla birlikte çalışmada mikrokapsül grubundan elde edilen yaşama oranları, yapılan diğer çalışmalardan yüksek bulunmuştur. Takeuchi ve diğ. (2003) Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) larvalarının 11-20. günler arasında sadece mikropartikül yem kullanılarak beslenmesi sonucunda 17.günde tüm larvaların öldüğünü bildirmiştir. Walford ve diğ. (1991) sadece mikrokapsül yem ile beslenen *Lates calcarifer* larvalarının 10. gün sonunda tamamen öldüğünü bildirmiştir. Deplano ve diğ., beslenmeyen balık larvalarının 15. günden itibaren tümünün öleceğini bildirmiştir (Cahu ve diğ. 1999). 14 gün süren çalışmamızda mikrokapsülle beslenen gruptaki larvaların yaşama oranının %50' ye yakın olması larvaların mikrokapsülleri tükettiği ve azda olsa besin içeriğinden

yararlandığını göstermektedir. Bildirilen diğer çalışmalardan yüksek olan yaşama oranının mikrokapsül yem içeriğinde bulunan yüksek DHA içeriğinden kaynaklandığı söylenebilir. (n-3) yağ asitleri ve özellikle DHA larvalarda yaşama ve normal gelişim için gerekli bir besin maddesidir (Pousao-Ferreira ve diğ. 2003). Kolkovski ve diğ. (1997), ortamdaki artemia miktarının artmasının mikropartikül yemlerin tüketimini düşürdüğünü, miktarın düşmesi durumunda mikropartikül yemlerin tüketim oranının arttığını bildirmişlerdir. Bu durumda %50 artemia ve %50 mikrokapsül yemle beslenen gruptaki artemia oranı %25 mikrokapsül ve %75 artemia içeren gruptan az olduğu için larvalar mikrokapsül yemleri daha fazla tüketmişler ve böylece yem içerisindeki DHA' den daha iyi yararlanarak yaşama oranlarının artmasına sebep olmuşlardır.

Bu grupta elde edilen yaşama oranının düşük olması yemin besin içeriğinin yetersiz olmasından kaynaklandığı düşünülebilmektedir. Mikrokapsül yemin içeriğini oluşturulurken larval dönemde kullanılan artemianın besin madde içeriğini baz alınmış, çalışmada temel protein kaynağı olarak diğer araştırmacılar tarafından balık larvalarının beslenmesinde en iyi protein kaynağı olarak gösterilen kalamar unu kullanılmıştır (Alarcon ve diğ. 1999). Çalışmada kullanılan mikrokapsülün protein ve yağ içeriklerinin artemia içeriklerine benzer sonuç göstermesine ve besin içeriğinin, genel olarak mikropartikül yemler için uygun görülen besin içeriklerine (%50-70 protein, %20- 28 yağ ve % 3 çok doymamış yağ asit) yakın olmasına rağmen, gelişme oranının çok düşük bulunması, yemin larvalar tarafından tam olarak sindirilemediğini göstermektedir (Cahu ve Zambonino Infante, 2001).

Mikrokapsül ve artemianın birlikte kullanıldığı gruptardan alınan gelişme oranlarına ait sonuçların kontrol grubu ile farksız ya da yakın bulunması, mikropartikül yemlerin sindiriminde hücre dışı enzimlerin etkisi olduğunu savunan araştırmacıları desteklemektedir. Canlı yem ve artemianın birlikte kullanıldığı grupta, yem içerisindeki besin maddeleri artemianın hücre dışı enzimleri sayesinde sindirilebilmiş ve yemin etkinliği artmıştır. Bazı araştırmacılar canlı yemlerden gelen bu enzim katkısının %10-98 arasında değiştiğini bildirmişlerdir (Lee, 2003).

Artemia kullanım oranlarının azaltılması hedeflenen çalışmada alınan sonuçlar içerisinde yaşama oranı ve gelişme oranı göz önüne alındığında, artemia kullanım oranlarının %25 azaltılmasının mümkün olduğu ve bunun çipura larvalarının yaşama ve gelişme oranına olumsuz bir etki yapmadığı tespit edilmiştir. %50 artemia+%50 mikrokapsül yem kullanılan grupta alınan ve diğer gruptardan yüksek olan yaşama oranı, gelişme oranının kontrol grubundan düşük olmasına rağmen, ekonomik getirisi düşünüldüğünde avantajlı duruma gelmektedir.

Canlı yemlerin larval yetiştiricilik faaliyetlerinin içerisindeki önemi incelendiğinde kullanım oranlarının %25 veya %50 azaltılmasının sağlayacağı avantaj çok daha iyi anlaşılacaktır. Kissil (1984), balık yetiştiriciliğinde kültür faaliyetlerinin ve işgücünün yaklaşık % 40' ının canlı yemlerin yetiştiriciliğine harcandığını belirtmiştir. Coves ve diğ. (1991), canlı yemlerin

ve temel olarak artemianın 45 günlük levrek balığı larvalarının üretim giderlerinde %79' luk bir paya sahip olduğunu, buna benzer olarak da işgücünün %18' lik kısmının artemia üretimi için kullanıldığını belirtmiştir. Person-Le Ruyet ve diğ., (1993), levrek larvası yetiştiriciliğinde karma yeme geçişin 15-20. günlere alınabilmesinin artemia kullanımında %80' lere varan tasarruf sağlayabileceğini bildirmiştir (Jones ve diğ., 1993). Candreva ve diğ. (1996), deniz balıkları kuluçkahanelerinde, larvaların 3 grama getirilene kadar yapılan masrafların %16.82' sinin artemia, zenginleştiriciler ve diğer canlı yemler için, %34.75' inin ise işçi maaşları için harcadığını, kuluçkahanelerdeki işgücü masraflarının larvaların erken karma yeme geçmesiyle düşürülebileceğini, bunun için yüksek kaliteli yemlerin ve uygun besleme rejimlerinin kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

Sweetman (2001), çalışmasında 1 milyon çipura veya levrek yavrusunu 1 gram ağırlığa kadar büyütme için gerekli yem miktarının 1995/1996 fiyatları ve bunun 2001 yılına uyarlanmasını araştırmıştır. Bu çalışmaya göre, 2001 tahmini fiyatları ele alındığında 54.031 Euro tutan toplam yem gideri içinde artemianın payı %82' lere yükselerek 44.560 Euro tutmaktadır.

Bu çalışma sonuçları ele alındığında artemia kullanım oranlarının %25 azaltılması durumunda 1 milyon larva yetiştirmek için harcanan artemia parasal değeri 11.140 Euro, %50 azaltılması durumunda da 22.280 Euro azaltılabilecektir.

Bu aşamada kullanılacak mikropartikül yemin maliyetleri önem kazanmaktadır. Çalışmada kullanılan jelatin-akasya sakızı mikrokapsülleri diğer mikrokapsül tipleri içinde maliyeti en düşük olan yemdir. Jelatinin çok genel kullanımı olan bir madde olması ve kolaylıkla bulunabilmesi, mikrokapsülasyon işlem sırasında çok az kimyasal madde ve ekipman kullanılması maliyetlerin düşmesinde etkili olmaktadır. Ancak çalışmada, çalışmanın laboratuvar koşullarında yapılması nedeni ile yem maliyetinin hesaplanması üzerine bir çalışma yapılmamıştır. Bundan sonraki çalışmalarda bu konuda göz önünde tutulması ve çalışmaların bu yönde yapılması mikrokapsül yemlerin kabul edilebilirliğini yükseltecektir.

Görüldüğü gibi artemia kullanımının % 25 azaltılması dahi larval üretimin ekonomikliğini doğrudan olumlu yönde etkilemektedir. Daha ucuz yavru üretimi, daha fazla balık üretimini teşvik edecek, böylece dünya gıda üretimindeki azalma balık üretimi ile yeniden olumlu yönde artmaya devam edecektir. Bu yüzden larval yetiştiricilik çalışmalarında canlı yemlerin yerine mikropartikül yemlerin kullanımı üzerine yapılan çalışmalar hız kesmeden devam etmek zorundadır.

Kaynakça

Alarcon, F.J., F.J. Moyano, M. Diaz, C. Fernandez-Diaz, M. Yufera. 1999. Optimization of the protein fraction of microcapsules used in feeding of marine fish larvae using *in vitro* digestibility techniques. *Aquaculture Nutrition*, Vol:5, pp:107-113.

Cahu, C.L., J. Zambonino Infante, P. Quazuguel, M.M. Le Gall. 1999. Protein hydrolysate vs. fish meal in compound diets for 10-day old sea bass *Dicentrarchus labrax* larvae. *Aquaculture* 171, 109– 119.

Cahu, C.L., J. Zambonino Infante. 2001. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. *Aquaculture*, Vol:200, pp:161-180.

Cahu, C.L., J. Zambonino Infante. 1995. Effect of molecular form of dietary nitrogen supply in sea bass larvae: Response of pancreatic enzymes and intestinal peptidases. *Fish Physiology and Biochemistry*. Vol:14, No:3, pp: 209-214

Cahu, C.L., J. Zambonino Infante. 1997. Is the digestive capacity of marine fish larvae sufficient for compound diet feeding? *Aquaculture International*, Vol:5, pp:151

Candreva, P. P. Dhert, A. Novelli, D. Brissi. 1996. Potential gains through alimentation/nutrition improvements in the hatchery. In: *Seabass and Seabream Culture: Problems and Prospects. An International Workshop*, Verona, Italy, October 16-18, 1996. B. Chatain, M.Sargolia, J.Sweetman, P. Lavens (Eds). European Aquaculture Society, Oosende, Belgium, 388 pp:149-159

Coves, D., G. Dewavrin, G. Brevil, N. Devauchelle. 1991. Culture Of Seabass (*Dicentrarchus Labrax*). Pp:289-303, in Mcvey Editor. CRC Handbook Of Mariculture.

Fernandez-Diaz, C., M. Yufera. 1997. Detecting growth in gilthead seabream, *Sparus aurata* L., larvae fed microcapsules. *Aquaculture*, Vol:153, pp:93-102.

Fontagne, S., J., Robin, G., Corraze, P., Bergot. 2000. Growth and survival of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae fed from first feeding on compound diets containing medium-chain triacylglycerols. *Aquaculture* 190, 261–271.

Han, K., I., Geurden, P., Sorgeloos. 2000. Enrichment strategies for Artemia using emulsions providing different levels of n₃ highly unsaturated fatty acids. *Aquaculture* 183, 335– 347.

Hoşsu, B., A.Y. Korkut, A. Firat. 2001. Fish Nutrition and Fish Feed Technology I. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:50, Ders Kitabı Dizini No:19, İzmir.

Jones, D.A., S.M. Kamarudin, L. Le Vay. 1993. The Potential For Replacement Of Live Feeds in Larval Culture. *Journal Of The World Aquaculture Society*. Sayı:24, Sayfa:199-211

Kissil, G.Wm. 1984. Overview: Rearing Larval Stages Of Marine Fish On Artificial Diets. *Israel Journal Of Zoology*. Vol.33, pp:154-160.

Kolkovski, S., A. Tandler G.W.M., Kissil A., Gertler. 1993. The Effect Of Dietary Exogenous Digestive Enzymes On Ingestion, Assimilation, Growth And Survival Of Gilthead Seabream (*Sparus Aurata*, Sparidae, L.) Larvae. *Fish Physiology And Biochemistry*, 12:203-209.

Kolkovski, S., W. Koven, A. Tandler. 1997. The mode of action of artemia enhancing utilization of microdiet by gilthead seabream *Sparus aurata* larvae. *Aquaculture*, Vol:155, pp:193-205.

Koven, W., Y. Barr, E. Hadas, I. Ben-Atia, Y. Chen, R. Weiss, A. Tandler. 1999. The potential of liposomes as a nutrient supplement in first-feeding marine fish larvae. *Aquaculture Nutrition*, Vo:5, pp:251-256

Langdon, C. 2000. Artificial microparticles for delivery of nutrients to marine suspension – feeders. *The Advocate*, February 2000, pp:40-41

Langdon, C. 2003. Microparticle types for delivering nutrients to marine fish larvae. *Aquaculture* 227, 259–275

Lazo, J.P., M.T. Dinis, G.J. Holt, C. Faulk, C.R. Arnold, 2000. Co-feeding microparticulate diets with algae: towards eliminating the need of zooplankton at first feeding in larval red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* 188, 339–351.

Lee, C. 2003. Biotechnical advances in finfish hatchery production: a review. *Aquaculture*, 227, 439-458

Monroig, O., J.C. Navarro, F. Amat, P. Gonzalez, A. Bermejo, F. Hontoria. 2006. Enrichment of Artemia nauplii in essential fatty acids with different types of liposomes and their use in the rearing of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) larvae. *Aquaculture* 251 (2006) 491– 508

Moyano, F.J., M. Diaz, F.J. Alarcon, M.C. Sarasquete. 1996. Characterization of digestive enzyme activity during larval development of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Fish Physiology And Biochemistry*, Vol:15, No:2, pp:121-130.

Perez, A., C.L., Cahu, J.L., Zambonino Infante, M.M. Le Gall, P. Quazuguel. 1996. Amylase and trypsin responses to intake of dietary carbohydrate and protein depend on the developmental stage in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Fish Physiology And Biochemistry*. Vol:15 No:3, pp:237-242.

Person-Le Ruyet, J., J.C. Alexandre, L. Thpbaud, C. Mugnier, 1993. Marine fish larvae feeding. Formulated diets or live prey? *Journal of the World Aquaculture Society* 24, 211–224.

Person-Le Ruyet, J., 1989. Early weaning of marine fish larvae onto

- microdiets: constraints and perspectives. Aquacop Ifremer, Actes de Colloque, 9, pp:625-642.
- Planas, M., M.J. Fernandez-Reiriz, M.J. Ferreira, U. Labarta. 1990. Effect Of Selected Variables On The Preparation Of Gelatine-Acacia microcapsules For Aquaculture. Aquaculture Engineering. Vol.9, Pp:329-341.
- Pousao-Ferreira, P., P. Santos, A. Carvalho, S. Morais, L. Narciso. 2003. Effect of an experimental microparticulate diet on the growth, survival and fatty acid profile of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) larvae. Aquaculture International 11: 491-504.
- Segner, H., R. Roland, V. Johan, W. Ulrich. 1993. Larval Nutritionally Physiology: Studies With *Clarias Gariepinus*, *Coregonus Lavaretus* and *Scophthalmus Maximus*. Journal Of The World Aquaculture Society., Sayı:24, Sayfa: 121-134
- Sweetman, J. 2001. Optimisation Of Marine Fin Fish Hatchery Production Costs. Larview 2001. Belgium.
- Takeuchi, T., O. Wang, H. Furuita, T. Hirota, S. Ishida, H. Hayasawa. 2003. Development of microparticle diets for Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* larvae. Fisheries Science ;69: 547-554
- Tandler, A., S. Kolkovski. 1991. Rates Of Ingestion And Digestibility As Limiting Factors in The Successful Use Of Microdiets in *Sparus aurata* Larval Rearing. Larvi '91. EAS Special Publication No:15, Ghent, Belgium, Pp.169-171.
- Walford, J., T.M.Lim, T.J. Lam. 1991. Replacing live foods with microencapsulated diets in the rearing of seabass (*Lates calcarifer*) larvae: Do the larvae ingest and digest protein-membran microcapsules. Aquaculture, Vol:92, pp:225-235.
- Yufera, M., S.Kolkovski, C. Fernandez-Dí'az, J. Rinchar, K.J. Lee, K. Dabrowski. 2003. Delivering bioactive compounds to fish larvae using microencapsulated diets. Aquaculture 227, 277- 291.
- Yufera, M., C. Fernandez-Diaz, E. Pascual, M.C. Sarasquete, F.J. Moyano, M. Diaz, F.J. Alarcom, M. Garcia-Gallego, G. Parra. 2000. Towards an inert diet for first-feeding gilthead seabream *Sparus aurata* L. Larvae. Aquaculture Nutrition, Vol:6, pp:143-152.
- Yufera, M., S. Kolkovski, C. Fernandez-Dí'az, K. Dabrowski. 2002. Free amino acid leaching from a protein-walled microencapsulated diet for fish larvae. Aquaculture Vol:214, 273-287
- Zambonino Infante, J.L., C. Cahu. 1994 a. Development And Response To Diet Change Of Some Digestive Enzymes in Seabass (*Dicentrarchus Labrax*) Larvae. Fish Physiology And Biochemistry. Sayı:12, Sayfa:399-408.
- Zambonino Infante, J.L., C. Cahu. 1994b. Influence of diet on pepsin and some pancreatic enzymes in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. Comp.Biochem. Physiol. Vol.109A.No:2, pp:209-212.