



The Use of Micro capsulated Feed as Alternative to *Artemia* sp. in The Food of Guppy and Goldfish Larvae

Mahmut Yanar^{1,a}, Çiğdem Çalın Akray^{1,b}, Ece Evliyaoğlu^{1,c*}, Zeynep Erçen^{2,d}

¹Faculty of Fisheries, Çukurova University, 01380 Sarıçam/Adana, Turkey

²Çukurova University, Vocational School of Adana, 01380 Sarıçam/Adana Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 15/04/2019 Accepted : 26/08/2019</p> <p>Keywords: <i>Carassius auratus</i> <i>Poecilia reticulata</i> <i>Artemia</i> Microencapsulated feed Larval feeding</p>	<p>In this study, the effects of <i>Artemia</i> sp. nauplii and micro capsulated feed on growth performance and survival rate of guppy (<i>Poecilia reticulata</i>) and goldfish (<i>Carassius auratus</i>) larvae were compared at the end of three weeks of rearing period. Length of goldfish larvae (4.82 mm) fed <i>Artemia</i> sp. (from 4 to 12/mL/day) were between 7.97 and 9.76 mm at the end of the trial while these values were between 6.80 and 7.21 mm for those fed microencapsulated feed (from 10 to 30 mg/L/day). On the other hand length of guppy larvae fed <i>Artemia</i> sp. (from 5 to 25/mL/day) were between 13.02 and 17.00 mm, whereas these values were remained between 11.98 and 12.38 mm for those fed microencapsulated feed (from 10 to 40 mg/L/day). A similar result was also observed in survival rates. Survival rate of goldfish larvae fed <i>Artemia</i> sp. were 88.91-97.61% in while those fed microencapsulated feed were 6.19-87.14%. On the other hand survival rate of guppy larvae fed <i>Artemia</i> sp. were 99.17-100.00% whereas those fed microencapsulated feed were 57.50-87.50%. Eventually, microencapsulated feed was not as successful as <i>Artemia</i> sp. on the growth and survival rate of larvae of both species.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(10): 1575-1580, 2019

Lepistes ve Japon Balığı Larvalarının Beslenmesinde *Artemia* sp.'ye Alternatif Olarak Mikrokapsül Yemin Kullanılması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 15/04/2019 Kabul : 26/08/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Carassius auratus</i> <i>Poecilia reticulata</i> <i>Artemia</i> Mikrokapsül yem Larva besleme</p>	<p>Bu çalışmada üç haftalık yetiştiricilik süresinde <i>Artemia</i> sp. naupliisi ile mikrokapsül yemin lepistes (<i>Poecilia reticulata</i>) ve Japon balığı (<i>Carassius auratus</i>) larvalarının büyüme ve yaşama oranları üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Japon balığı larvalarının boyu (4,82 mm), deneme sonunda, <i>Artemia</i> sp. ile beslenen gruplarda (4-12/mL/gün) 7,97 ile 9,76 mm arasında değişirken, mikrokapsül yem ile beslenen gruplarda (10-30 µg/mL/gün), 6,80 ile 7,21 mm arasında değişmiştir. Diğer yandan, lepistes larvalarının boyu (8,81 mm) <i>Artemia</i> sp. ile beslenen gruplarda (5-25/mL/gün) deneme sonunda 13,02 ile 17,00 mm arasında değişirken, mikrokapsül yem ile beslenen gruplarda (10-40 µg/mL/gün) 11,98 ile 12,38 mm arasında değişmiştir. Benzer sonuç larvaların hayatta kalma oranlarında da görülmüştür. Japon balıklarında <i>Artemia</i> sp. ile beslenen gruplarda yaşama oranı %88,91-97,61 arasında iken, mikrokapsül yem ile beslenen gruplarda %6,19-87,14 arasında olmuştur. Diğer yandan lepisteslerde <i>Artemia</i> sp. ile beslenen gruplarda yaşama oranı %99,17-100,00 arasında iken, mikrokapsül yem ile beslenen gruplarda %57,50-87,50 arasında gerçekleşmiştir. Sonuç olarak, mikrokapsül yem, her iki türün larvalarının büyüme performansı ve yaşama oranları üzerinde <i>Artemia</i> sp. kadar başarılı olamamıştır.</p>

^a myanar@cu.edu.tr

^c eevliyaoğlu@cu.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-4445-0228>

^d <https://orcid.org/0000-0003-3578-7336>

^b akraycigdem@gmail.com

^d zercen@cu.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0003-0398-5418>

^d <https://orcid.org/0000-0002-1487-744X>



Giriş

Akvaryum balıkçılığı dünyada en popüler hobilerden biri olmasının yanı sıra (Tlustý ve ark., 2013), 9 milyarı balık olmak üzere, yan sektörleriyle birlikte 15-30 milyar ABD\$ ticaret hacmi (Penning ve ark., 2009; Hensen ve ark., 2010; Rhyne ve ark., 2012; Raghavan ve ark., 2013) ve yıllık %14 büyüme oranı (FAO, 2014) ile önemli bir sektördür. Bugün akvaryum balıkları üretimi, tropik ve subtropik bölgelerdeki gelişmekte olan ülkelerin ekonomik gelişmesine önemli katkılarda bulunmaktadır (Lee ve Newman, 1997; Paripatananont ve ark., 1999; Lovell, 2000; Gouveia ve ark., 2003). Japon balığı (*Carassius auratus*) ve *Lepistes* (*Poecilia reticulata*), akvaryum balıkları piyasasında en çok tanınan ve sürümü en fazla olan balık türleridir (Ghosh ve ark., 2003; FAO, 2014).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde, larval besleme neredeyse tamamen *Artemia* sp.'ye bağımlı hale gelmiştir (Person-Le Ruyet 1989; Koven ve ark., 2001). Bu bağımlılık ilerde *Artemia* sp.'nin doğal stoklarında yaşanacak olası bir daralmada sektörde ciddi sorunlar yaratabilir. Diğer yandan *Artemia* sp.'ye giderek artan talep, bir yandan bu canlı yemin doğal stoklarındaki baskıyı artırırken, bir yandan da birim fiyatını arttırmaktadır. Bu kaygılardan dolayı, yem teknolojisindeki hızlı gelişmenin de katkısıyla, *Artemia* sp.'ye alternatif mikrokapsül yemler üretilmekte ve su ürünleri larvalarında denenmektedir. Mikrokapsül yemler genellikle yem materyallerini ortamdan ayıran bir membran veya kapsül duvarına sahiptir. Kapsül duvarı, yemdeki besin maddelerinin parçalanmasını ve bozulmasını önleyerek tüketilene kadar bütünlüğünü korumaya yardımcı olmaktadır (Yufere ve ark., 2002; Kolkovski ve ark., 2009). Levrek Çipura ve Morina gibi deniz balıkları larvaları üzerinde yapılan çalışmalarda mikrokapsül yemin *Artemia* sp.'ye kısmen veya tamamen alternatif olabileceği ileri sürülmüştür. Person-Le Ruyet ve ark. (1993), levreklerin larva yetiştiriciliğinde ilk 45 günlük süredeki maliyetinin %79'unun canlı yem olduğunu bildirmiştir. Bu yüzden larva üretim maliyetlerinin düşürülmesi, üretimin devamı ve istikrarın sağlanması, ancak canlı yemlerin özel formüle edilmiş yemlerle kısmen veya tamamen ikame edilmesi ile sağlanacağı düşünülmektedir (Cahu ve Infante, 2001). Person Le Ruyet ve ark. (1993), levreklerin larva yetiştiriciliğinde karma yeme geçişin 15 gün erkene alınması ile *Artemia* sp. tüketiminde %80 tasarruf sağlanabileceğini bildirmiştir. Bununla birlikte, *Artemia* sp. ile beslenmiş dil balığı (*Solea senegalensis*) larvaları mikrokapsül yemlerle beslenenlerle benzer yaşama oranı göstermiş olmalarına rağmen *Artemia* ile beslenen grupta daha iyi büyüme ve daha hızlı metamorfoz geçirdikleri belirtilmiştir (Fernandez-Diaz ve ark., 2006). Bütün bu çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda balık larvaları üretiminde canlı yemlerin yerine geçebilecek endüstriyel yemlerin geliştirilmesi ve kullanım olanaklarının araştırılmasının önemi daha çok artmaktadır.

Larval beslenmede mikrokapsül yemin *Artemia* sp.'ye alternatif olabilecek potansiyeli sınırlı balık türleri üzerinde test edilmiştir (Demeny ve ark., 2012; Kestemont ve ark., 2006). Mevcut çalışmalar ise deniz balıkları üzerinde olup, tatlı su balıklarındaki çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu nedenle çalışmamızda, ticari önemi oldukça yüksek olan, üreme biyolojisi ve dolayısıyla larval

beslenme gereksinimleri farklı olan ovipar Japon balığı ve ovovivipar *Lepistes* balığının larval beslenmesinde mikrokapsül yemin, oluşturulan besleme protokolleriyle larvaların yaşama oranları ve boyca büyüme performansları karşılaştırılarak, *Artemia* sp.'ye kısmen veya tamamen bir seçenek olup olamayacakları araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma, *Artemia* sp. ile mikrokapsül yemin Japon balığı ve *lepistes* larvalarının büyüme performansı ve yaşama oranları üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması amacıyla iki deneme olarak yürütülmüştür.

Deneme 1

Balık larvaları Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Tatlı Su Balıkları Araştırma ve Uygulama İşletmesi'nden sağlanmıştır. Denemede besin kesesini yeni tüketmiş $4,82 \pm 0,04$ mm uzunluğundaki Japon balığı larvaları kullanılmıştır. Deneme 2 litre ve tabanı yuvarlak olan cam kavanozlarda yürütülmüştür. Kavanozlara 35/L balık larvası stoklanmıştır. Larvaların beslenmesinde 4, 6, 8, 10, 12 *Artemia* sp. nauplii/mL/gün ile 10, 15, 20, 25, 30 $\mu\text{g/mL/gün}$ diyet grupları kullanılmıştır. Beslenme günde 4 öğün yapılmıştır. Larvaların günlük *Artemia* sp. ve mikrokapsül yem gereksinimleri deneme başlamadan önce yapılan bir ön deneme sonucu belirlenmiştir. Deneme 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Işık periyodu 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık olacak şekilde düzenlenmiştir.

Kavanozlardaki suyun günde %50'si dipten sifonlanarak değiştirilmiş, yem atıkları ve dışkılar ortamdan uzaklaştırılmıştır. Deneme süresince kavanozlar merkezi bir motor aracılığıyla sürekli olarak havalandırılmıştır. Yetiştiricilik periyodu 3 hafta sürdürülmüştür. Birer haftalık aralıklarla larvaların total boyları stereo mikroskopla ölçülmüş ve mevcut ölümler günlük olarak kaydedilmiştir. Su sıcaklıkları Japon balıkları larvaları için uygun görülen 22-24°C arasında tutulmuştur. Suların oksijen değerleri ise 6,25-7 mg/L arasında değişmiştir. Çalışmada Dana Feed A/S (Danimarka) firması tarafından üretilen, %72 ham protein ve %8 ham yağ içeren 300 mikron çapındaki Larviva START mikrokapsül yem kullanılmıştır. *Artemia* kistleri, Salt lake-Aquafeed (ABD) firmasından sağlanmıştır.

Deneme 2

Denemede, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Tatlı Su Balıkları Araştırma ve Uygulama İşletmesi'nde üretilen yeni doğmuş $8,81 \pm 0,04$ mm uzunluğundaki *Lepistes* larvaları kullanılmıştır. Her bir kavanoza 20/L larva stoklanmıştır. Larvaların beslenmesinde 5, 10, 15, 20, 25 *Artemia nauplii/mL/gün* ile 10, 17,5, 25, 32,5, 40 $\mu\text{g/mL/gün}$ diyet grupları kullanılmıştır. Su sıcaklıkları 26-27°C arasında tutulmuş, oksijen değerleri ise 6,25-6,75 mg/L arasında değişmiştir. Bu denemede, önceki denemedeki araç ve yöntemler kullanılmıştır.

Her iki denemenin verilerinin istatistiksel analizlerinde Windows SPSS 14.0 paket programı kullanılmıştır. Deneme gruplarına one-way ANOVA (Tek Yönlü Varyans Analizi) uygulanmış ve gruplar arasındaki fark Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile 0.05 önem düzeyinde test edilmiştir.

Bulgular

Deneme başlangıcında boyu 4,82 mm olan Japon balığı larvaları 3 haftalık yetiştiricilik periyodu sonunda, *Artemia* sp. nauplii ile beslenen gruplar (7,97-9,76 mm), mikrokapsül yem ile beslenenlere göre (6,80-7,21 mm) boyca daha fazla büyümüşlerdir ($P<0,05$, Çizelge 1). Benzer sonuç lepişteslerde de görülmüştür. Başlangıç boyu 8,81 mm olan lepişte larvaları deneme sonunda *Artemia* sp. ile beslenen gruplar (13,02-17,00 mm), mikrokapsül yem ile beslenenlere göre (11,98-12,38 mm) boyca daha fazla büyümüşlerdir ($P<0,05$, Çizelge 2). *Artemia* sp. 'nin mikrokapsül yeme göre larvaların büyüme performansı üzerindeki bu üstünlüğü, larvaların hayatta kalma oranlarında da görülmüştür. Japon balıklarında *Artemia* sp. ile beslenen gruplarda yaşama oranı %88,91-97,61 arasında iken, mikrokapsül yem ile beslenen gruplarda

%6,19-87,14 arasında daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir ($P<0,05$, Çizelge 1). Diğer yandan, lepişteslerde *Artemia* sp. ile beslenen gruplarda yaşama oranı %99,17-100 arasında iken, mikrokapsül yem ile beslenen gruplarda %57,50-87,50 arasında gerçekleşmiştir ($P<0,05$, Çizelge 2).

Artemia sp. ile beslenen gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında, *Artemia* sp. yoğunluğunun artmasına bağlı olarak balıkların boyca büyümesinin arttığı gözlenmiştir. Nitekim bu farklılık özellikle 3 haftalık gözlem döneminde daha belirgin ortaya çıkmıştır. Ancak benzer ilişki mikrokapsül yem ile beslenen gruplarda ortaya çıkmamıştır. Mikrokapsül yem miktarlarının artmasına bağlı olarak grupların büyüme performanslarında bir artış görülmemiştir.

Çizelge 1 Farklı miktarda *Artemia* sp. ve mikrokapsül yem ile beslenen japon balığı larvalarının boyca büyüme ve yaşama kalma oranları

Table 1 The total length and survival rate of goldfish larvae fed different amount of *Artemia* sp. and microencapsulated feed

Diyet grupları	Gözlem dönemlerindeki boy değerleri (mm)				Y. Oranı (%)
	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	
	<i>Artemia nauplii</i>				
4 /mL/gün	4,82±0,04 ^a	6,12±0,03 ^b	7,42±0,07 ^d	7,97±0,07 ^d	92,38±3,33 ^{ab}
6 /mL/gün	4,82±0,04 ^a	6,56±0,08 ^a	7,97±0,06 ^c	8,45±0,08 ^c	88,91±3,59 ^{ab}
8 /mL/gün	4,82±0,04 ^a	6,57±0,02 ^a	8,36±0,08 ^b	9,28±0,07 ^b	91,29±4,21 ^{ab}
10 /mL/gün	4,82±0,04 ^a	6,59±0,06 ^a	8,75±0,07 ^a	9,63±0,09 ^a	91,01±2,47 ^{ab}
12 /mL/gün	4,82±0,04 ^a	6,67±0,04 ^a	8,80±0,07 ^a	9,76±0,04 ^a	97,61±1,26 ^a
	<i>Mikrokapsül yem</i>				
10 µg /mL/gün	4,82±0,04 ^a	5,12±0,04 ^c	6,13±0,04 ^e	6,80±0,08 ^f	87,14±2,47 ^{ab}
15 µg /mL/gün	4,82±0,04 ^a	5,18±0,05 ^c	6,18±0,01 ^e	7,06±0,11 ^{ef}	76,19±8,74 ^b
20 µg /mL/gün	4,82±0,04 ^a	5,19±0,04 ^c	6,05±0,05 ^e	7,06±0,11 ^{ef}	34,76±14,66 ^c
25 µg /mL/gün	4,82±0,04 ^a	5,23±0,03 ^c	6,14±0,05 ^e	7,21±0,07 ^e	15,24±6,40 ^d
30 µg /mL/gün	4,82±0,04 ^a	5,23±0,03 ^c	6,06±0,07 ^e	7,13±0,12 ^e	6,19±4,83 ^d

Her değer bir ortalamayı, ± standart hatayı göstermektedir. Her sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak farklıdır ($P<0,05$).

Çizelge 2 Farklı miktarda *Artemia* sp. ve mikrokapsül yem ile beslenen lepişte larvalarının boyca büyüme ve yaşama oranları

Table 2 The total length and survival rate of guppy larvae fed different amount of *Artemia* sp. and microencapsulated feed

Diyet grupları	Gözlem dönemlerindeki boy değerleri (mm)				Y. Oranı (%)
	0. Gün	7. Gün	14. Gün	21. Gün	
	<i>Artemia nauplii</i>				
5/mL/gün	8,81±0,05 ^a	9,55±0,14 ^f	11,02±0,14 ^e	13,02±0,19 ^c	100±0,00 ^a
10/mL/gün	8,81±0,05 ^a	10,10±0,15 ^e	11,93±0,15 ^c	14,75±0,15 ^b	99,17±0,83 ^a
15/mL/gün	8,81±0,05 ^a	10,72±0,16 ^d	13,33±0,19 ^{bc}	16,86±0,17 ^a	100±0,00 ^a
20/mL/gün	8,81±0,05 ^a	11,22±0,16 ^{ab}	13,06±0,21 ^b	16,93±0,25 ^a	100±0,00 ^a
25/mL/gün	8,81±0,05 ^a	11,37±0,14 ^b	13,65±0,19 ^a	17,00±0,26 ^a	100±0,00 ^a
	<i>Mikrokapsül yem</i>				
10 µg/mL/gün	8,81±0,05 ^a	10,37±0,13 ^{de}	11,52±0,12 ^{cd}	12,02±0,19 ^d	57,50±24,62 ^b
17.5 µg/mL/gün	8,81±0,05 ^a	10,85±0,14 ^{bc}	11,40±0,12 ^{de}	12,10±0,11 ^d	83,33±6,60 ^{ab}
25 µg/mL/gün	8,81±0,05 ^a	10,88±0,12 ^{bc}	11,53±0,13 ^{cd}	12,35±0,09 ^d	87,50±2,88 ^{ab}
32.5 µg/mL/gün	8,81±0,05 ^a	10,92±0,12 ^{bc}	11,53±0,11 ^{cd}	12,38±0,12 ^d	81,66±6,50 ^{ab}
40 µg/mL/gün	8,81±0,05 ^a	10,85±0,13 ^{bc}	11,37±0,10 ^{de}	11,98±0,09 ^d	75,00±18,76 ^{ab}

Her değer bir ortalamayı, ± standart hatayı göstermektedir. Her sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak farklıdır ($P<0,05$).

Tartışma ve Sonuç

Artemia nauplii ile beslenen gerek Japon balığı gerekse lepişte larvaları mikrokapsül yem ile beslenen larvalara göre daha iyi bir büyüme performansı göstermiştir. *Artemia* sp. ile beslenen larvalar, mikrokapsül yemle

beslenenlere göre yaklaşık %20-30 kadar daha fazla bir boyca büyüme göstermiştir. Keza boyca büyümedeki benzer durum larvaların yaşama oranlarında da görülmüş ve her iki türün *Artemia* ile beslenen gruplarının yaşama

oranları, mikrokapsül yeme göre yaklaşık %12-14 daha yüksek bulunmuştur.

Mikrokapsül yemin *Artemia* sp.'nin yerine tamamen veya kısmen kullanılabilme konusundaki çalışmalar genellikle deniz balıkları larvaları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalardan bazılarında larvalarda mikrokapsül yemin *Artemia* sp. ile benzer bir büyüme ve yaşama oranı gösterdiği ortaya konmuştur (Kolkovski ve ark., 1997; Takeuchi ve ark., 2003; Curnow ve ark., 2006; Başçınar ve Başçınar, 2008). Buna karşın, mikrokapsül yemin *Artemia* sp. ile kombine kullanılmasının, *Artemia* sp.'nin tek başına kullanılmasına benzer bir performans gösterdiği de ileri sürülmüştür. Örneğin Gamsız ve Alpbaz (2006), Çipura (*Sparus aurata*) larvalarında %25 mikrokapsül yem+%75 *Artemia* karışımının, %100 *Artemia* ile beslenen grupla benzer bir büyüme ve hayatta kalma performansı gösterdiğini, sonuçta Çipura larvası yetiştiriciliğinde yem giderleri içinde büyük pay tutan *Artemia* sp. kullanım oranının %25 civarında azaltılabileceğini ileri sürmüştür. Gamsız ve Koven (2003), aynı sonucu %50 canlı yem ve %50 mikrokapsül yem karışımından da elde etmiştir. Çipura üzerindeki benzer sonuçlar Koven ve ark. (2001) tarafından da bildirilmiştir. Diğer taraftan, Fletcher ve ark. (2006), Morina (*Gadus morhua*) larvalarında canlı yem ile mikrokapsül yem karışımından iyi sonuç aldıklarını, ancak mikrokapsül yemin tek başına kullanılması durumunda, larvaların büyüme performansı üzerindeki etkisinin, tarafımızdan yapılan çalışmadakine benzer şekilde yeterli kadar iyi sonuç vermediğini rapor etmişlerdir. Kestemont ve Xueliang (2006) ile Alves ve ark. (2006), larvaların canlı yemden karma yeme geçiş aşamasında mikrokapsül yemlerin *Artemia* sp. ile birlikte başarılı bir şekilde kullanılabilceğini; ancak, bu yemlerin tek başına, bizim vardığımız sonuçlara benzer şekilde, henüz canlı yemin yerine geçebilecek yeterlilikte olmadığını bildirmişlerdir. Tesser ve ark. (2005), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) yalnızca mikrokapsül yem kullanıldığında yemin larvalar tarafından alınmadığını, ancak *Artemia* sp. ile birlikte verildiğinde yem tüketiminin arttığını gözlemlemişlerdir. Bazı araştırmacılar, mikrokapsül yemlerin bir membranla çevrili olması, dolayısıyla yem bileşenlerinin suya geçmemesi nedeniyle, larvaların yeme yönelimlerinin az olduğunu ileri sürmektedir (Yufere ve ark., 2003; Kvale ve ark., 2006). Kolkovski ve ark. (1997), mikrokapsül yemin *Artemia* sp. ile birlikte verildiğinde serbest amino asitlerin salınmasıyla larvaların besin alım reseptörlerini aktive ettiğini, böylece mikrokapsül yem alımını arttırdığını, ayrıca canlı yemlerdeki enzimlerin de mikrokapsül yemin sindirimini ve emilimini olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Curnow ve ark. (2005), *Barramundi* sp. Yufere ve ark. (1999) ise bazı deniz balıklarında, bizim ve yukarıda değinilen bazı araştırmacıların aksine, mikrokapsül yemin larvaların yaşama oranı ve büyüme performansı üzerinde rotifer kadar benzer sonuçlar alındığını ileri sürmüştür. Bununla birlikte Demeny ve ark. (2012), Japon balığı ile aynı cins olan Havuz balığı (*Carassius carassius*) larvalarının endüstriyel yemlere adaptasyonunun zor olduğu ve öncesinde canlı yemle beslemenin gerekli olduğunu not etmişlerdir. Demir ve Sarigöz (2016), Japon balıklarının larval büyüme süresince ticari yemlerin büyüme ve hayatta kalma oranı bakımından yeterli olmadığını ve öncesinde 7 gün süreyle rotiferle besleme, 3

gün rotifer ve ticari yemle karışık besleme ve sonrasında ise ticari yem kullanılması gerektiğini önermiştir. Abi-ayad ve Kestemont (1994) ise Japon balığı larvaları üzerinde %100 *Artemia*, %50 *Artemia*+%50 mikropartikül yem ve %100 mikropartikül yem olmak üzere 3 farklı diyet uygulamış, sonuçta mikropartikül yemle beslenen larvaların en düşük yaşama ve büyüme oranı gösterdiğini rapor etmiştir. Bu araştırmacılar, çalışmamızdan farklı olarak mikrokapsül yem yerine farklı formülasyona sahip mikropartikül yem kullanmalarına rağmen, yine ticari yemin *Artemia* kadar başarılı olmadığını belirtmiştir. Yine aynı türde yapılan bir diğer çalışmada, Kaiser ve ark. (2003), sadece *Artemia* sp. ile beslenen balıkların, endüstriyel yem veya *Artemia* sp. ile karışık beslenenlere göre daha yüksek yaşama oranı gösterdiklerini rapor etmişlerdir. Sonuç olarak, bu konu tartışmalı olmakla birlikte, çalışmamızda Japon balığı ve *Lepistes* larvalarında, endüstriyel yemin tek başına kullanılmasının *Artemia* sp. kadar başarılı olmadığı sonucuna varılmıştır.

Endüstriyel yemlerin canlı yemlere göre larva üzerindeki büyüme performanslarının karşılaştırıldığı çalışmaların hepsi ovipar, yani yumurtlayarak çoğalan balıklar üzerinde yapılmıştır. Tarafımızdan yapılan çalışmada kullanılan türlerden biri ise doğurarak üreyen (ovovivipar) *Lepistes* türüdür. Diğer balık türlerinden farklı olarak bu türün larvaları gelişimlerinin bir kısmını anne karnında tamamlar ve yaşama oldukça gelişmiş olarak başlar. Dolayısıyla bu türün larvalarının canlı yeme olan bağımlılığının diğer türlere göre kıyasla daha az olması beklenmektedir. Nitekim bu türün ilk larval beslenmesi, alabalıkların larval beslenmesinde olduğu gibi doğrudan karma yemlerle de yapılabilmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada *Lepistes* türünün, Japon balıklarına göre mikrokapsül yemi daha iyi değerlendirebilecekleri beklenmiştir. Ancak bu bağlamda denememizde mikrokapsül yemden yeterli kadar olumlu sonuç alınmamıştır.

Literatür bulgularında, mikrokapsül veya mikropartikül yemlerin larvalarda rotifer veya *Artemia* sp. kadar bir büyüme ve yaşama oranı sağlamadığı genel kanıdır (Cahu ve Infante, 1997; Tesser ve ark., 2005). Bazı araştırmacılar larvaların yumurta açılımdan itibaren enzim aktivitesine sahip olduklarını ya da aldıkları besinin yapısına göre enzim aktivitelerini düzenleyebildiklerini iddia etmektedirler. Bu araştırmacılar, endüstriyel yemlerin kullanılmasında ortaya çıkan düşük büyüme ve yaşama oranlarını, larvaların besinsel ihtiyaçlarının tam olarak bilinmemesi ve buna bağlı olarak da endüstriyel yem içeriğinin larvanın gereksinimini tam olarak karşılayamamasına bağlamışlardır (Infante ve Cahu, 1994; Perez ve ark., 1996; Moyano ve ark., 1996; Cahu ve Infante, 1997; Cahu ve ark., 1999; Yufere ve ark., 2000). Bazı araştırmacılar ise, larvaların endüstriyel yemi tüketmelerine rağmen, büyümenin beklenenin altında kalmasını, yemin sindirilebilirliğindeki sorunlarla ilişkilendirmişlerdir (Tandler ve Kolkovski 1991; Person Le Ruyet ve ark., 1993; Fernandez-Diaz ve Yufere 1997; Cahu ve ark., 2006). Önal (2006), sindirim sorununun yanısıra, yemin içerdiği besin maddelerinin suya sızmalarından dolayı larvanın yemden yararlanmadığını belirtmiştir. Mikrokapsül veya mikropartikül yemlerin *Artemia* sp. veya rotifer ile birlikte kullanılması durumunda büyüme ve yaşama oranlarında gözlenen

olumlu etkiyi, Segner ve ark. (1993) ile Kolkovski ve ark. (1993), canlı yemlerin endüstriyel yemdeki eksik olan hücre dışı enzimleri telafi ettiği ve dolayısıyla enzim aktivitesi nedeniyle larvaların büyüme ve hayatta kalma performansını arttırdığına atfetmişlerdir. Genel olarak endüstriyel yemlerin balık larvalarında kullanılması canlı yem kadar iyi sonuç vermemesine rağmen, bu yemlerin dokusu, sertliği ve besin kompozisyonlarının değiştirilebilmesi (Nordgreen ve ark., 2008), ayrıca sindirim ve asimilasyonu kolaylaştıracak katkı maddelerinin ilave edilebilmesi (Sandel ve ark., 2010) ile daha olumlu sonuçlar alınabilmesi beklenmektedir.

Bu araştırmada, her yem grubu kendi içinde değerlendirildiğinde, *Artemia* sp. ile beslenen Japon balığı larvalarında *Artemia* sp. miktarının artmasına bağlı olarak larvalarda daha iyi bir büyüme görülmüştür. Ancak bu trend 8/mL *Artemia* sp. yoğunluğa kadar devam etmiş, 10/mL yoğunluktan sonra ise büyümede bir farklılık gözlenmemiştir. Dolayısıyla Japon balıklarının larval yetiştiriciliğinde, bu araştırma bulgularına göre ortamdaki optimal *Artemia* yoğunluğu 10 *Artemia*/mL/gün olarak gözükmektedir. Lepistes larvalarında ise 15 *Artemia*/mL/gün yoğunluğundan sonra büyümede bir farklılık gözlenmediği için bu yoğunluk lepistes larvaları için optimal yoğunluk olarak kabul edilebilir. Her iki balık türünün larvaları için önerilen bu *Artemia* sp. yoğunlukları, larvaların hayatta kalma oranları açısından da uygun gözükmektedir.

Her iki balık türü larvalarının yaşama oranları, *Artemia* sp. miktarı yoğunluklarından etkilenmemiştir. Diğer taraftan mikrokapsül yemin miktarı Lepistes larvalarının hayatta kalmalarını etkilemezken, Japon balığı larvalarını etkilemiştir. Mikrokapsül yem miktarı arttıkça Japon balığı larvaları olumsuz etkilenmiştir. Bunun olası nedeninin, larvalar tarafından tüketilmeyen yemlerin nispeten oluşturduğu kirlilik, diğer yandan hareket ve enzimlerden yoksun olmaları olarak düşünülebilir. Bu araştırma bulgularına göre mikrokapsül yemin optimal oranı japon balığı larvaları için 15 mg/mL/gün, lepistes larvaları için 25/mL/gün olarak önerilebilir. Bu türler üzerinde *Artemia* ve mikrokapsül yemin birlikte kullanılması konusu eksik kalmıştır. Ayrıca larvaların sindirim fizyolojisinin daha iyi anlaşılabilmesi için yapılacak çalışmalar, mikrokapsül yemin larvalarda kullanılma potansiyeli konusuna açıklık getirecektir.

Teşekkür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından SÜF2009YL2 nolu projeye maddi destek sağlandığı için teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abi-Ayad A, Kestemont P. 1994. Comparison of the nutritional status of goldfish (*Carassius auratus*) larvae fed with live, mixed or dry diet. *Aquaculture*, 128(1-2), 163-176.
- Alves Jr TT, Cerqueira VR, Brown JA. 2006. Early weaning of fat snook (*Centropomus parallelus* Poey 1864) larvae. *Aquaculture*, 253(1-4), 334-342.
- Başçınar NS, Başçınar N. 2008. Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax pallas*, 1811) larvalarında artemia ve toz yem kullanımı üzerine karşılaştırmalı bir araştırma. *Journal of Fisheries Sciences*, 2(3), 447-456.
- Cahu C, Infante JZ. 2001. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. *Aquaculture*, 200(1-2), 161-180.
- Cahu CL, Infante JZ. 1997. Is the digestive capacity of marine fish larvae sufficient for compound diet feeding. *Aquaculture*, 5, 151.
- Cahu CL, Infante J, Quazuguel P, Le Gall MM. 1999. Protein hydrolysate vs. fish meal in compound diets for 10-day old sea bass *Dicentrarchus labrax* larvae. *Aquaculture*, 171, 109-119.
- Curnow J, King J, Bosmans J, Kolkovski S. 2005. The effect of reduced *Artemia* and rotifer use facilitated by a new microdiet in the rearing of barramundi *Lates calcarifer* (BLOCH) larva. *Aquaculture*, 257, 204-213.
- Curnow J, King J, Partridge G, Kolkovski S. 2006. Effects of two commercial microdiets on growth and survival of barramundi (*Lates calcarifer* Bloch) larvae within various early weaning protocols. *Aquaculture Nutrition*, 12, 247-255.
- Demeny F, Trenovszki MM, Sokoray-Vargal S, Hegyi A, Urbanyi B, Zarski D, Acs B, Miljanovic B, Specziar A, Müller T. 2012. Relative efficiencies of *Artemia nauplii*, dry food and mixed food diets in intensive rearing of larval crucian carp (*Carassius carassius* L.). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12, 691-698.
- Demir O, Sarigöz S. 2016. Development of a feeding program for early larval stage of goldfish (*Carassius auratus*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16(2), 321-326.
- FAO, 2014. Ornamental fish. Food and agriculture organization of the United Nations. Fisheries and aquaculture department. www.fao.org/fishery/topic/13611/en
- Fernandez-Diaz C, Yufera M. 1997. Detecting growth in gilthead seabream, *Sparus aurata* L., larvae fed microcapsules. *Aquaculture*, 153, 93-102.
- Fernández-Díaz C, Kopecka J, Cañavate JP, Sarasquete C, Solé M. 2006. Variations on development and stress defences in *Solea senegalensis* larvae fed on live and microencapsulated diets. *Aquaculture*, 251(2-4), 573-584.
- Fletcher RC, Roy W, Davie A, Taylor J, Robertson D, Mığaud H. 2006. Evaluation of new microparticulate diets for early weaning of Atlantic cod (*Gadus morhua*): Implications on larval performances and tank hygiene. *Aquaculture*, 263, 35-51.
- Gamsız K, Alpaz GA. 2006. Çipura (*Sparus aurata* L., 1758) larva yetiştiriciliğinde mikrokapsül yemler kullanılarak *Artemia* (*Artemia salina* L., 1758) kullanımının azaltılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23, 101-106.
- Gamsız K, Koven B. 2003. Çipura larvalarının ilk beslenmesinde mikrokapsül yem ve rotiferin birlikte ve ayrı olarak kullanılmasında yem tüketimleri. E.Ü. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3-4, 423-431.
- Ghosh A, Mahapatra BK, Datta NC. 2003. Ornamental fish farming-successful small scale aqua business in India. *Aquaculture Asia*, 8(3), 14-16.
- Gouveia L, Rema P, Pereira O, Empis J. 2003. Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass. *Aquaculture Nutrition*, 9, 123-129.
- Hensen RR, Ploeg A, Fossá SA. 2010. Standard names for freshwater fishes in the Ornamental Aquatic Industry. *Ornamental Fish International*. The Netherlands, 146 p.
- Infante JZ, Cahu C. 1994. Development and response to a diet change of some digestive enzymes in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Fish Physiology and Biochemistry*, 12(5), 399-408.
- Kaiser H, Endemann F, Paulet TG. 2003. A comparison of artificial and natural foods and their combinations in the rearing of goldfish, *Carassius auratus* (L.). *Aquaculture Research*, 34, 943-950.
- Kestemont P, Xueliang X. 2006. Effect of weaning age and diet on pikeperch larviculture. *Aquaculture*, 264, 197-204.
- Kolkovski S, Koven W, Tandler A. 1997. The mode of action of *Artemia* in enhancing utilization of microdiet by gilthead seabream *Sparus aurata* larvae. *Aquaculture*, 155(1-4), 193-205.

- Kolkovski S, Tandler A, Kissil GW, Gertler A. 1993. The effect of dietary exogenous digestive enzymes on ingestion, assimilation, growth and survival of gilthead seabream (*Sparus aurata*, L.) larvae. *Fish Physiology and Biochemistry*, 12, 203-209.
- Kolkovski S, Lazo J, Leclercq D, Izquierdo M. 2009. Fish larvae nutrition and diet: new developments. In *New Technologies in Aquaculture* (pp. 315-369).
- Kolkovski S, Tandler A, Izquierdo MS. 1997. Effects of live food and dietary digestive enzymes on the efficiency of microdiets for seabass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Aquaculture*, 148(4), 313-322.
- Koven W, Kolkovski S, Hadas E, Gamsız K, Tandler A. 2001. Advances in the development of microdiets for gilthead seabream, *Sparus aurata*: a review. *Aquaculture*, 194, 107–121.
- Kvale A, Yúfera M, Nygård E, Aursland K, Harboe T, Hamre K. 2006. Leaching properties of three different microparticulate diets and preference of the diets in cod (*Gadus morhua* L.) larvae. *Aquaculture*, 251, 402–15.
- Lee JS, Newman ME. 1997. *Aquaculture*, 2nd edition. Interstate Publishers, Inc., city IL, USA. 393–432.
- Lovell RT. 2000. Nutrition of ornamental fish. *Kirk's current veterinary therapy XIII: small animal practice.*, 1191-1196.
- Moyano FJ, Diaz M, Alarcon FJ, Sarasquete MC. 1996. Characterization of digestive enzyme activity during larval development of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 15, 121-130.
- Nordgreen A, Yufera M, Hamre K. 2008. Evaluation of changes in nutrient composition during production of cross-linked protein microencapsulated diets for marine fish larvae and suspension feeders. *Aquaculture* 285, 159–166.
- Önal U. 2016. Balık Larvalarının Beslenmesinde Kullanılan Mikropartikül Yemler ve Potansiyelleri. *Su Ürünleri Dergisi*, 23(2), 275-278.
- Paripatananont T, Tangtrongpaioj J, Sailasuta A, Chansue N. 1999. Effect of astaxanthin on the pigmentation of goldfish *Carassius auratus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 30, 454–460.
- Penning M, Reid G, Koldewey H, Dick G, Andrews B, Arai K, Garratt P, Gendron S, Lande J, Tanner K, Tonge S, Van Den Sande P, Warmolts D, Gibson C. 2009. *Turning the tide: a global aquarium strategy for conservation and sustainability*. Bern, Switzerland: World Association of Zoos and Aquariums. p. 78.
- Perez A, Cahu CL, Zambonino Infante JL, Le Gall MM, Quazuguel P. 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*, 15, (3), 237-242.
- Person-Le Ruyet J. 1989. Early weaning of marine fish larvae onto microdiets: constraints and perspectives. *Aquacop Ifremer, Actes de Collague*, 9, 625-642.
- Person-Le Ruyet J, Alexvère JC, Thpbaud L, Mugnier C. 1993. Marine fish larvae feeding. Formulated diets or live prey. *Journal of the World Aquaculture Society*, 24, 211 –224.
- Raghavan R, Dahanukar N, Tlust MF, Rhyne AL, Kumar KK, Molur S, Rosser AM. 2013. Uncovering an obscure trade: Threatened freshwater fishes and the aquarium pet markets. *Biological Conservation*, 164, 158-169.
- Rhyne AL, Tlusty MF, Schofield PJ, Kaufman LES, Morris JA, Bruckner AW. 2012. Revealing the appetite of the marine aquarium fish trade: the volume and biodiversity of fish imported into the United States. *Plos One*, 7 (5), e 35808.
- Sandel E, Nixon O, Lutzky S, Ginsbourg B, Tandler A, Uni Z, Koven W. 2010. The effect of dietary phosphatidylcholine/phosphatidylinositol ratio on malformation in larvae and juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 304 (1-4), 42-48.
- Segner H, Ronald R, Johan V, Ulrich W. 1993. Larval nutritionally physiology: Studies with *Clarias gariepinus*, *Coregonus laveratus* and *Scophthalmus maximus*. *Journal of The World Aquaculture Society*, 24, 121-134.
- Takeuchi T, Wang Q, Furuta H, Hirota T, Ishida S, Hayasawa H. 2003. Development of microparticle diets for Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* larvae. *Fisheries Science*, 69, 547–554.
- Tandler A, Kolkovski S. 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, 169-171.
- Tesser MB, Carneiro DJ, Portella MC. 2005. Co-feeding of pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg (1887), larvae with *Artemia nauplii* and a microencapsulated diet. *Journal of Applied Aquaculture*, 17(2), 47-59.
- Tlusty MF, Rhyne AL, Kaufman L, Hutchins M, Reid GM, Andrews C, Boyle P, Hemdal J, Mcgilvray F, Down S. 2013. Opportunities for public aquariums to increase the sustainability of the aquatic animal trade. *Zoo Biology*, 32, 1-12.
- Yufera M, Fernandez-Diaz C, Pascual E, Sarasquete MC, Moyano FJ, Diaz M, Alarcom FJ, Garcia-Gallego M, Parra G. 2000. Towards an inert diet for first-feeding gilthead seabream *Sparus aurata* L. larvae. *Aquaculture*, 6, 143-152.
- Yufera M, Kolkovski S, Fernández-Díaz C, Dabrowski K. 2002. Free amino acid leaching from a protein-walled microencapsulated diet for fish larvae. *Aquaculture*, 214 (1-4), 273-287.
- Yufera M, Kolkovski S, Fernandez-Diaz C, Dabrowski K. 2003. Free amino acid leaching from protein-walled microencapsulated diet for fish larvae. *Aquaculture*, 214, 273–87.
- Yufera M, Pascual E, Fernandez-Diaz C. 1999. A highly efficient microencapsulated food for rearing early larvae of marine fish 1999. *Aquaculture*, 177, 249-256.