



Paslı Ciklit Balığının (*Iodotropheus sprengerae* Oliver & Loiselle, 1972) Larval Gelişimi: Morfolojik Gözlemler

İhsan Çelik¹ • Pınar Çelik² • Bahadır Rifat Yalçın³

¹ Mersin University, Fisheries Faculty, Yenişehir Campus, Yenişehir/Mersin, Türkiye, ihsanceliktr@gmail.com

² Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Çanakkale/Türkiye, pinarakaslan@yahoo.com

³ Çanakkale Onsekiz Mart University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Aquaculture, Çanakkale, Türkiye, bahadiryalcin@outlook.com

✉ Corresponding Author: pinarakaslan@yahoo.com

Please cite this paper as follows:

Çelik, İ., Çelik, P., & Yalçın, B. R. (2022). Larval Development of Rusty Cichlid Fish (*Iodotropheus sprengerae* Oliver & Loiselle, 1972): Morphological Observations. *Acta Natura et Scientia*, 3(2), 203-213. <https://doi.org/10.29329/actanatsci.2022.352.11>

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi

Geliş: 09.09.2022

Düzeltilme: 08.12.2022

Kabul: 09.12.2022

Çevrimiçi Yayınlanma: 14.12.2022

Anahtar Kelimeler:

Cichlidae

Malavi Gölü

Iodotropheus sprengerae

Paslı ciklit

Larval gelişim

Ö Z E T

Bu çalışmada paslı ciklit türünün *Iodotropheus sprengerae* larval gelişim safhasının morfolojik olarak tanımlaması yapılmıştır. Paslı ciklit Malavi Gölü'ne özgü ağızda kuluçkalayan ciklit türlerinden biridir. Bu tür süs balıkları endüstrisindeki en popüler ciklit türlerinden biridir. Bu çalışmada *I. sprengerae* türünün yumurtadan çıktıktan sonra juvenil safhaya geçinceye kadar morfolojik gelişim bulguları incelenmiştir. Yumurtalar 29±0,5°C su sıcaklığında kuluçkalanmıştır. Embriyonik gelişim döllenmeden sonraki 4. günde tamamlanmıştır. Döllenmeden sonraki 5. günde yumurtlar açılmıştır. Yumurtadan yeni çıkmış larvaların organ gelişimleri farklılaşmamış ve gelişmeye devam etmiştir. Birinci günde ağız ve anüs kapalıdır. Ağız ve anüsün açılımı yumurtadan çıktıktan sonraki 3. günde gerçekleşmektedir. Yumurta sarısının tamamen tüketilmesi 10-11. günlerde olmuştur. Larva 10-12. günlerde tamamen serbest yüzmeye başlamaktadır. Morfolojik bulgulara göre, 13-15. günlerde paslı ciklit *I. sprengerae* larval metamorfozunu tamamlayıp, larval aşamadan juvenil safhaya geçiş yapmaktadır. Bu sonuçlar ağızda kuluçkalayan ciklit larvalarının morfolojik gelişimlerinin ne kadar erken olduğunu göstermektedir.

Larval Development of Rusty Cichlid Fish (*Iodotropheus sprengerae* Oliver & Loiselle, 1972): Morphological Observations

ARTICLE INFO

Article History

Received: 09.09.2022

Revised: 08.12.2022

Accepted: 09.12.2022

Available online: 14.12.2022

Keywords:

Cichlidae

Lake Malawi

Iodotropheus sprengerae

Rusty cichlid

Larval development

A B S T R A C T

This study aimed to describe the larval development stage of rusty cichlid, *Iodotropheus sprengerae* morphologically. The rusty cichlid is a mouth-brooding haplochromine cichlid from Lake Malawi. It is one of the most popular cichlids in the ornamental fish industry. We investigated its morphological development of *I. sprengerae* from hatching until the juvenile stage in the present study. The eggs were incubated at a water temperature of $29\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Embryonic developmental was completed at 4 days post fertilization (=dpf). The eggs hatched at 5 dpf. In newly hatched larvae, most organs and body parts were not yet differentiated and continued to develop. The mouth and anus were closed at 1 days after hatching (=DAH). The mouth and anus were opened at 3 DAH. The yolk sac was fully absorbed at 10-11 DAH. The larvae begin to swim freely at 10-12 DAH. According to morphological findings, the larval metamorphosis of rusty cichlid *I. sprengerae* was completed, and the larvae transformed into juveniles at 13-15 DAH. These results indicate how early morphological development of larvae of mouth-brooding cichlids.

GİRİŞ

Iodotropheus sprengerae Malavi Gölü'nün Boadzulu ve Chinyankwazi Adaları ve Chinyamwezi Adası bölgelerine ait bir ciklit türüdür. Renginden dolayı paslı ciklit, lavanta mbuna veya lavanta ciklit olarak isimlendirilmektedir (Froese & Pauly, 2013). Yavrular ve dişiler paslı kahverengi, olgun erkekler ise lavanta moru rengine sahiptirler. Paslı ciklitlerin boyları 10.8 cm'ye kadar büyüebilmekte ve yaşamak için $24-26^{\circ}\text{C}$ sıcaklık aralığını tercih etmektedirler (Froese & Pauly, 2013). Paslı ciklitler diğer pek çok Malavi ciklit türü gibi ağızda kuluçka yapmaktadır. Ağızda kuluçkalama görevini dişi ebeveyn üstlenmektedir. Bu tür, Malavi Gölü'nün sadece güneydoğu kolundaki adalar ve kayalık alanlar gibi sınırlı bir bölgede yayılım göstermektedir. Uluslararası akvaryum balıkları ticaretinin bu tür üzerindeki etkilerinden dolayı paslı ciklit, IUCN (*The International Union for Conservation of Nature*: Uluslararası Doğayı Koruma Birliği) tarafından sürdürülen IUCN Kırmızı Listesi'nde (*IUCN Red List of Threatened Species*: IUCN Tehdit Altındaki Türlerin Kırmızı Listesi) listelenmiştir (Konings, 1990). Paslı ciklit tamamen barışçıl bir balık olmasa da diğer mbuna ciklit türleri arasında en az agresif olanlardan

biri olarak kabul edilmektedir (Scharpf & Lazara, 2013). Omnivor olan paslı ciklitler, Malavi ciklit türlerinin bakımı konusunda daha az deneyime sahip akvaryum severler için ideal bir başlangıç balığıdır. Bakımının kolay olması ve diğer ciklit türlerine göre nispeten daha barışçıl olması, akvaryum severler tarafından daha çok tercih edilmesine neden olmaktadır. Öte yandan küçük ebatlı akvaryumlarda bile üreyebilmeleri dikkat çekmektedir.

Bilimsel araştırmalarda model canlı türleri olarak kullanılan zebra balığı (*Danio rerio* Kimmel vd., 1995), Japon pirinç balığı (Medaka, *Oryzias latipes*) (Iwamatsu, 2004), üç dikenli balık (*Gasterosteus aculeatus*, Swarup, 1958), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) (Ballard, 1973) ve Nil tilapyası (*Oreochromis niloticus*) gibi balık türlerinin erken dönem gelişimi ve larval gelişimi hakkında pek çok çalışma yapılmıştır. Ancak tetralar, canlı doğuranlar ve akvaryumda kullanılan özellikle Malavi ciklit türleri gibi küçük türler hakkında yapılmış bilimsel çalışma sayısı oldukça sınırlıdır (Çelik vd., 2012; Walter, 2012; Park vd., 2014; Ferreira-Marinho, 2017; Santos vd., 2017). Yapılan literatür taramalarında paslı ciklit türünün erken dönem gelişimi veya larval gelişimi hakkında bilgi sunan bilimsel literatüre

rastlanmamıştır. Bundan dolayı bu türün larval gelişimiyle ilgili morfolojik gözlemlere dayalı bir çalışma yapılmıştır. Paslı ciklitin yanı sıra diğer Güney Afrika ciklit türlerinin larval gelişimiyle ilgili mevcut kaynakların da sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Bu çalışmada ortaya konan bulguların Malavi ciklit türleri başta olmak üzere özellikle ağızda kuluçkalayan diğer tüm Güney Afrika ciklit türlerinin larval gelişim süreçlerinin incelenmesi için faydalı olacağı düşünülmektedir. Çünkü bu türlerin üreme davranışları, yumurta kuluçkalama şekilleri, embriyonik gelişim süreçleri ve larval gelişim süreçleri gibi ana gelişim aşamaları fizyolojik ve morfolojik açıdan birbirlerine çok benzer şekillerde gerçekleşmektedir. Dolayısıyla burada sunulan bilgilerin bu türe benzeyen diğer tüm ciklit türlerinin larval gelişim süreçleri hakkında ipuçları verebileceği öngörülmektedir. Ancak yine de bu ve diğer türlerin erken dönem ontogenisi hakkında çok daha detaylı çalışmalar yapılmasına ihtiyaç vardır.

Paslı ciklit, tatlısu akvaryumlarında en çok tercih edilen balık türlerinden biridir. Dolayısıyla akvaryum sektörü içerisinde ekonomik değeri olan bir türdür. Günümüzde akvaryum balıkları ticareti tüm dünyada ülkeler arası ihracat/ithalat ağına sahip ciddi bir sektör konumundadır. Global akvaryum balıkları ihracatı 2000 yılından bu yana istikrarlı bir şekilde artmaktadır. Sektörün ekonomik boyutu daha çok resmi ithalat/ihracat rakamlarına bakılarak tahmin edilmektedir. 2000 yılında 177,7 milyon ABD doları olan küresel ihracat miktarı, 2011’de 364,9 milyon ABD dolarına ulaşmıştır (Dey, 2016). 2014 yılında akvaryum sektörünün değerinin, perakende kısmını da içine alan tüm bitkiler, aksesuarlar, akvaryum, yem ve ilaçların değeriyle birlikte 18-20 milyar ABD dolarından fazla olduğu tahmin edilmektedir (Dey, 2016). Yıllık %10’luk büyüme oranlarına bakılarak sektörün bugünkü değerinin biraz daha fazla olduğu tahmin edilebilir. Dünya genelinde her geçen yıl büyüyerek gelişen akvaryum sektöründe binlerce balık türü kullanılmaktadır. Bu türlerin bir kısmı doğrudan doğadan temin edilirken, büyük bir kısmı ise insan eli altında üretilmektedir. Üretimin her aşaması için ortaya konulacak detaylı bilimsel veriler özellikle profesyonel üreticiler için çok önemlidir. Bu alanda yapılan bilimsel çalışmaların sektörün gelişimine

doğrudan fayda sağlama olasılığı yüksektir. Bundan dolayı bu veya benzer çalışmaların süs balıkları yetiştiriciliği alanında faaliyet gösteren ticari işletmelere ve bu alanda çalışma yapan araştırmacılara fayda sağlayabileceği öngörülmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Anaç olarak bir yaşını doldurmuş, aktif olarak üreyebilen yetişkin bireyler kullanılmıştır. Anaçlar, su hacimleri yaklaşık 125-130 L olan (80 cm boy × 40 cm en × 45 cm yükseklik; 40 cm su yüksekliği) dikdörtgen cam akvaryumlara 3 erkek (♂) / 15 dişi (♀) olacak şekilde stoklanmıştır. Anaç akvaryumları sadece sünger filtre ile havalandırılmış ve akvaryum içinde hiçbir dekor kullanılmamıştır. Anaç bakımı, yumurtlatma ve larva gelişim süreçlerinde su sıcaklığı 29±0,5°C, pH 7,5-8 civarında sabit tutulmuştur. Su sıcaklığını sabit tutmak için oda ısısı sabit tutulmuştur. Akvaryum içinde ısıtıcı kullanılmamıştır. Üreme sürecince birkaç saat süren yumurtlama işleminden sonra döllenmiş yumurtalar dişi tarafından ağızda kuluçkalamaya alınmaktadır. Bu dönemde ağızda yumurta olan bireylerin ağızlarının alt (ventral) kısmı şişkin görünmektedir. Bu şekilde dişinin ağızda yumurta olup olmadığı kolaylıkla anlaşılabilir. Larval gelişimin gözlenebilmesi için ağızda yumurta olduğu tespit edilen anaçlar not edilip yumurtlamadan bir gün sonra ağızdaki yumurtalar kusturulmuştur. Kusturulan yumurtalar yapay kuluçka ünitesine alınmıştır. Döllenmeden yaklaşık 5 gün sonra yumurtalar açılmıştır. Yumurtadan çıktıkları ilk gün larvanın 1. gün yaşı olarak kabul edilmiştir. Buna göre yumurtadan çıktıkları ilk günden, morfolojik olarak larval gelişimi tamamladıkları ve juvenil aşamaya geçtikleri güne kadar periyodik olarak her gün örneklerin fotoğrafları çekilmiştir. Günlük olarak örneklenen larvalar sabit oda sıcaklığında ve 29±0,5°C sabit su sıcaklığında kuluçkalama ünitesinde tutularak mikroskop altında (Olympus BX51 model araştırma mikroskobu, Tokyo/Japonya) morfolojik açıdan incelenmiş ve mikroskoba bağlı bir kamerayla (Q Imaging, Micropublisher 3.3 RTV, Kanada) görüntülenmiştir. Fotoğraflama işleminden sonra canlı örnekler yeniden kuluçka ünitesine yerleştirilmiştir. Bu aşamada herhangi bir kimyasal madde kullanılmamıştır.

BULGULAR

Paslı ciklit larvaları yumurtadan çıktıkları ilk gün yani 1. gün neredeyse yumurta boyutu kadar büyük bir besin kesesine sahiptirler (Şekil 1). Besin kesesinin ağırlığından dolayı bu aşamada larvalar tankın zeminindedir (Şekil 1). Ancak arada bir kuyruk hareketleri yapabilmektedirler. Bu günlerde de ağız ve anüs kapalıdır. Vücudun büyük bir kısmı premordial yüzgeç şeklindedir. Besin kesesi yumurta renginde, koyu kahverengi/turuncu/sarı renklerinin kombinasyonu gibi bir görünüme sahiptir. Baş ve diğer vücut kısımları henüz renklenmemiş şeffaf görünümündedir. Kafa kısmı öylesine şeffaftır ki, mikroskopla bakıldığında beyin ön ve arka bölümleri ile kulak vezikülleri rahatlıkla görülebilmektedir. Pektoral yüzgeç uçlarının 1. günde mevcut ve aktif olduğu görülmüştür (Şekil 1a). İlk günlerde anterior kardinal damarlar, posterior kardinal damarlar, anterior vitellin damarları dışarıdan görülebilmektedir (Şekil 1a, 1b). Dorsal aorta, kalp ve vücut boyunca dolaşım sistemi içindeki kan hareketleri gözlenebilmektedir. Yumurtadan çıktıktan sonraki ilk iki gün (Şekil 1a, 1b) oldukça şeffaf olan vücuttaki pigmentasyon seviyesi 3. günde özellikle de kafa bölgesinde yoğunlaşmaya başlamıştır (Şekil 1c). Baş bölgesindeki renklenme vücudun geri kalan bölgelerine kıyasla daha yoğundur. İlk günde oldukça büyük olan besin kesesi özellikle 3. ve 4. günlerde biraz daha küçülmüştür (Şekil 1c, 1d). Ağız ve anüs açılımı 3. günde gerçekleşmektedir, ancak larva ihtiyacı olan enerjiyi hala büyük olan besin kesesinden karşılamaktadır. Bu günlerde larvaya canlı yem verilip verilmemesi hayati derecede önemli değildir (Şekil 1c, 1d). Larva dışarıdan besin almasa da yaşamını sürdürebilmektedir. Ağız açılımıyla birlikte hava kesesi de şişmektedir. 3. günde dorsal ve anal yüzgeç bölümlerinin az da olsa gelişmeye başladıkları görülse de temel olarak hala premordial yüzgeç görünümündedir. Ancak kuyruk yüzgeci gelişim ve farklılaşması daha ileri seviyededir. 4. günden itibaren dorsal ve anal yüzgeç farklılaşması biraz daha dikkat çekmektedir. Vücuttaki pigmentasyon dağılımı 4. günde daha yoğunlaşmış, vücudun şeffaf görünümü giderek kaybolmaya başlamıştır. Bugünlerden itibaren larvalar kısa süreli yüzme hareketleri yapabilmektedir.

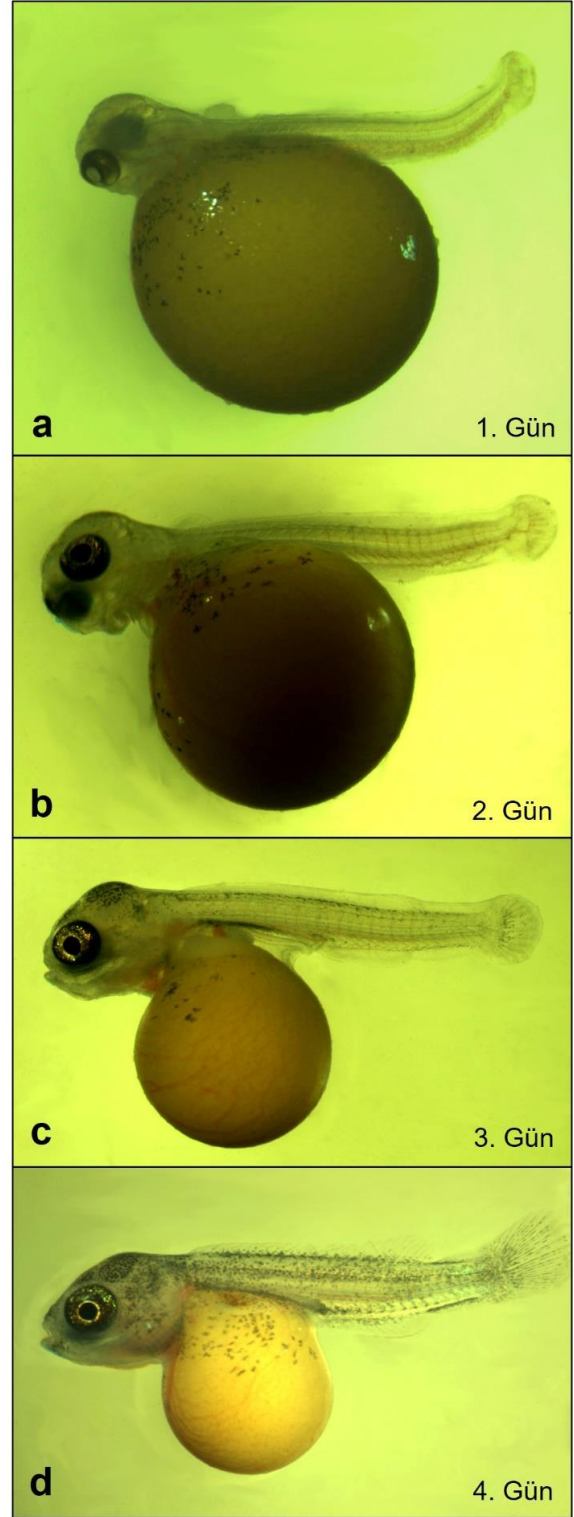


Figure 1. Photographs of rusty cichlid larvae in the first 4 days after hatching (DAH). (Photos were taken under Olympus BX51 model research microscope and Q Imaging, Micropublisher 3.3 RTV microscope camera at 0.8x and 1x magnification)

Şekil 1. Paslı ciklit larvasının yumurtadan çıktıktan sonraki ilk 4 günlük fotoğrafları (Fotoğraflar, Olympus BX51 model araştırma mikroskobu ve Q Imaging, Micropublisher 3.3 RTV mikroskop kamerası altında 0.8x ve 1x büyütmede çekilmiştir)

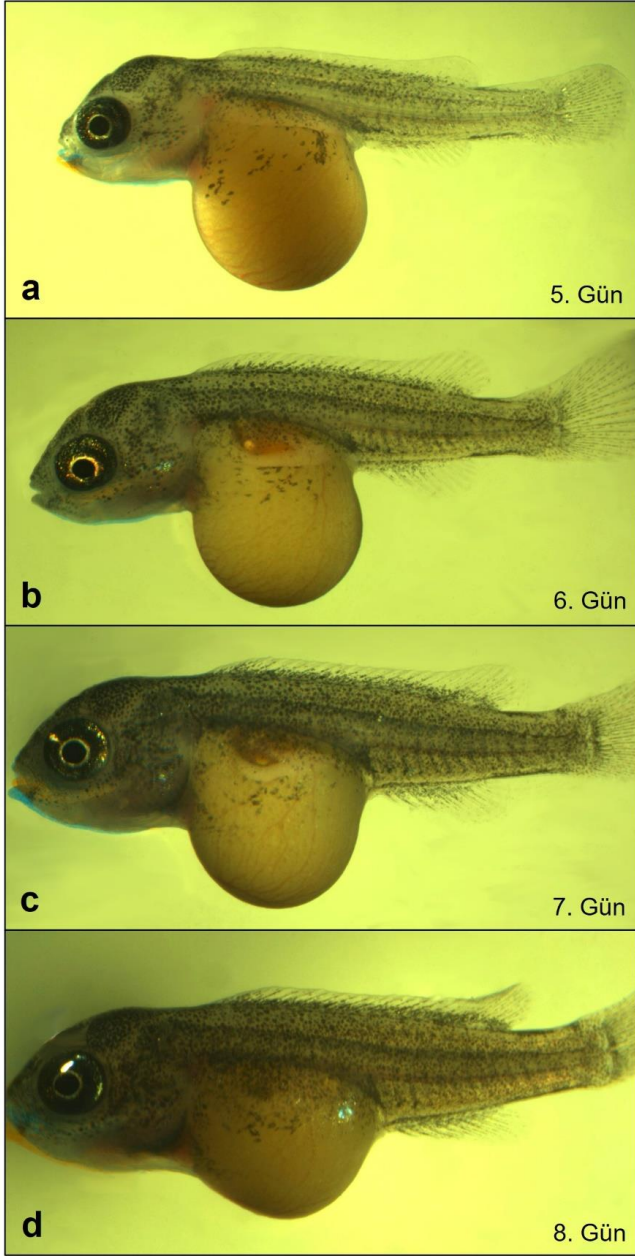


Figure 2. Photographs of rusty cichlid larvae between 5-8 DAH. (Photos were taken under Olympus BX51 model research microscope and Q Imaging, Micropublisher 3.3 RTV microscope camera at 0.8x and 1x magnification)

Şekil 2. Pashlı ciklit larvasının yumurtadan çıktıktan sonraki 5-8. günler arasındaki fotoğrafları (Fotoğraflar, Olympus BX51 model araştırma mikroskobu ve Q Imaging, Micropublisher 3.3 RTV mikroskop kamerası altında 0.8x ve 1x büyütmede çekilmiştir).

Dorsal ve anal yüzgeç ışınlarının farklılaşması 5. günden itibaren gözlenebilmektedir (Şekil 2a). 6 ve 7. günlerde dorsal ve anal yüzgeçler biraz daha bariz görünüm kazanırken kuyruk yüzgeci çok daha iyi gelişmiş durumdadır (Şekil 2b, 2c). Serbest yüzme hareketleri 6-7. günlerde önceki günlere nazaran daha

uzun süreli olmaktadır. Ancak 8-9. günlerden itibaren larva tamamen serbest yüzebilecek kabiliyet kazanmış durumdadır (Şekil 2c, 2d). Bu günlerde dorsal ve anal yüzgeç gelişimleri de yüzmelerinde etkili olmaktadır. Besin kesesi 8. güne doğru iyice küçülmüş durumdadır. Bu günlerde bile larva dışarıdan yem almadan yaşamaya devam edebilmektedir (Şekil 2). Ancak 8. günden itibaren larvalara canlı yem olarak *Artemia* sp. verilmeye başlanması, gelişimleri açısından faydalı olacaktır. Vücuttaki melanofor pigmentleri her geçen gün artarak çoğalmaktadır.

Dorsal ve anal yüzgeç dikenleri 10-11. günlerde önceki günlere göre çok daha iyi gelişmiş ve farklılaşmış durumdadır (Şekil 3a, 3b). Besin kesesi de bu günlerde tamamen tükenmiş, larva dışardan beslenmeye devam etmektedir. Bu çalışmada bu günlerde larvalar *Artemia* sp. ile beslenmiştir. Ancak paslı ciklit larvalarının bugünlerde de toz yem/mikro partikül yem ile beslenebildikleri bilinmektedir. Paslı ciklit larva fizyolojisi 10. günlerden itibaren mikro partikül yemleri de sindirebilecek şekilde gelişmiştir. Ama yine de bu dönemde bu yaştaki larvaların *Artemia* sp. ile beslenmesi tavsiye edilir. Vücut renklenmesi 12-13. günlerde daha yoğun görünümde (Şekil 3c, 3d). Hatta larvalara mikroskop ışığı altında değil de akvaryum ortamında çıplak gözle bakıldığında Şekil 3c ve 3d'de besin kesesi gibi görünen karın bölgesinin daha koyu renkli olduğu görülebilmektedir. Karın bölgesinin üst kısmında ergin bireylerin rengine benzer kahverengi renk tonu dikkat çekmektedir. 13-15. günlerde larva morfolojik olarak gelişimini tamamlamış ve vücut formu tamamen bir yetişkin birey görünümünü almıştır. Bundan dolayı da paslı ciklit larvaları için, yumurtadan çıktıktan sonraki 13-15. günlerden itibaren larval gelişim periyodunun sona erdiği ve juvenil aşamanın başladığı söylenebilir.

Ağızda kuluçkalayan bir Malavi ciklit türü olan paslı ciklitin larval gelişim periyodu 13-15 gün gibi kısa sürede tamamlanmaktadır. Doğada bu günlerde dahi annelerinin ağızında parental bakımına ihtiyaç duyan bu balıkların yapay yetiştirme ortamlarında anaçların parental bakımına ihtiyaçları yoktur. Çünkü bu kontrollü ortamlarda hayatlarını tehlikeye sokabilecek herhangi bir tehdit yoktur. Diğer yandan yaşamları ve gelişmeleri için ihtiyaç duydukları besin gereksinimleri fazlasıyla tank ortamına girilmektedir.

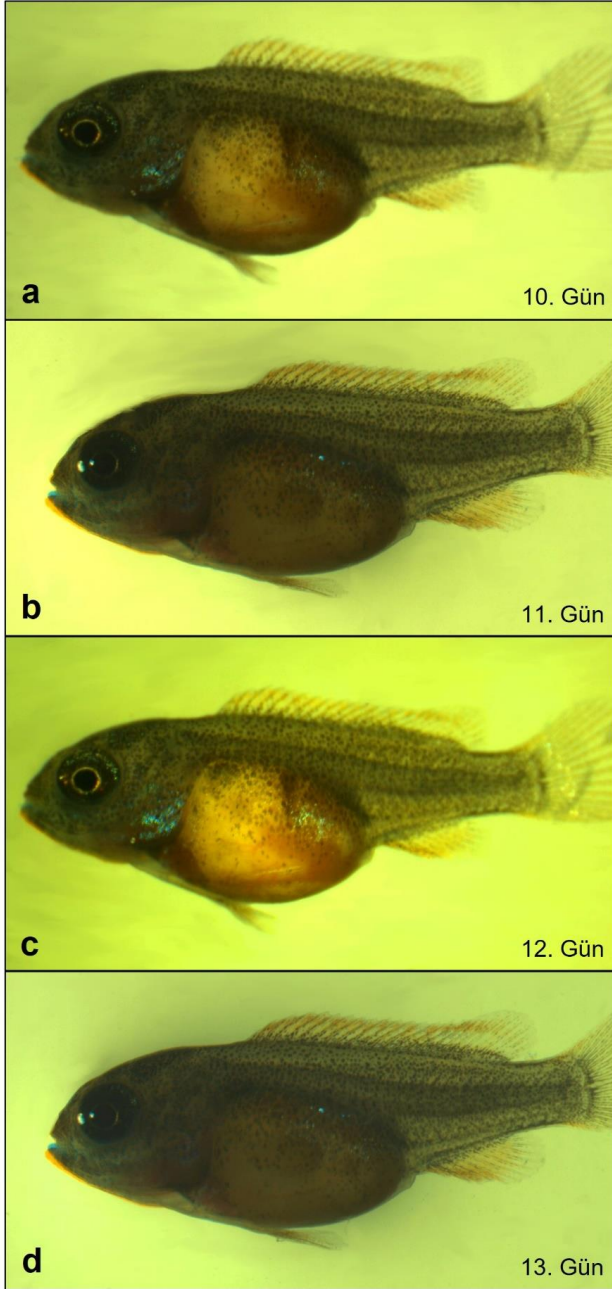


Figure 3. Photographs of rusty cichlid larvae between 10-13 DAH. (Photos were taken under Olympus BX51 model research microscope and Q Imaging, Micropublisher 3.3 RTV microscope camera at 0.8x and 1x magnification)

Şekil 3. Paslı ciklit larvasının yumurtadan çıktıktan sonraki 10-13. günler arasındaki fotoğrafları (Fotoğraflar, Olympus BX51 model araştırma mikroskobu ve Q Imaging, Micropublisher 3.3 RTV mikroskop kamerası altında 0.8x ve 1x büyütmede çekilmiştir).

TARTIŞMA

Ciklitler (Cichlidae) tür sayısı bakımından (2500-3000 tür) kemikli balıklar (teleost) içindeki en zengin ailelerden birisidir (Sturmbauer & Meyer, 1992; Meyer,

1993; Farias vd., 2000; Snoeks, 2000; Turner vd., 2001). Ciklit türlerinin büyük çoğunluğu akvaryumlarda süs balığı olarak değerlendirilmektedir. Bundan 15-20 yıl öncesine kadar akvaryumlarda tercih edilen en popüler türler Japon balıkları, lepistes türleri, koi balıkları gibi popülerliğini günümüzde de sürdüren balık türleriydi. Ancak son 15-20 yıldan bu yana ciklit türlerinin popülerliği artmıştır. Özellikle ağızda kuluçkalayan Malavi Gölü ciklitleri öylesine yaygınlaştı ki, bu türlerin satış miktarları popüler olan diğer pek çok akvaryum balığı türünü geride bırakmıştır. Ciklit türlerinin çok tercih edilme nedenlerinin en başında yumurtalarını ve yavrularını ağızda kuluçkalama özellikleri gelmektedir. Bu özelliklerinden dolayı akvaryum severler balık bakmanın yanı sıra bir de onları üretebilmenin zevkine varabilmektedir. Bunun dışında Malavi Gölü ciklitlerinin birbirleri ile uyum içerisinde yaşayabilmelerinden dolayı çok çeşitli renlerdeki ciklit türlerinin tek bir akvaryumda bakılabilmesi de mümkündür. Günümüzde onlarca farklı renkte ciklit balığını kolayca bulmak mümkündür (Meyer, 1993; Kornfield & Smith, 2000). Paslı ciklit de bu popüler ciklit türlerinden biridir. Paslı ciklitler kahverengi, lavanta rengi ve bu iki renk tonlarının birbirleriyle karışımından oluşan, pas rengini anımsatan parlak ve ilgi çekici renklere sahiptirler. Akvaryumdaki diğer balıklarla uyum içerisinde yaşayabilen, barışçıl davranış sergileyen ve bakımları kolay olan balıklardır. Bu ve buna benzer pek çok olumlu yönlerinden dolayı akvaryumlarda çok tercih edilen Malavi ciklit türlerinden biri olmuştur. Tercih edilme seviyesi arttıkça da sektör içindeki ekonomik katma değeri yükselmiştir. İşte bu nedenlerden dolayı bu çalışmada paslı ciklit balığı tercih edilmiştir.

Genel olarak ağızda kuluçkalayan ciklit türlerinin larvaları precocial larva olarak tanımlanırken substrata yumurtlayanların larvaları altricial olarak tanımlanmaktadır (Noakes, 1991). Ağızda kuluçkalayan türlerin yumurtaları daha büyük ve parental bakıma ihtiyaç duyarken, substrata yumurtlayanların yumurtaları daha küçüktür ve diğerlerinden daha az parental bakıma ihtiyaç duyarlar (Noakes, 1991). Bu bilgilere göre paslı ciklit larvaları da precocial larvadır. Yumurtalar ve larvalar ağızda kuluçkalanırlar. Yumurta ve larvaların parental

bakıma ihtiyaçları vardır. Ancak bu çalışmada döllenen yumurtalar anaçların ağzından alınmış ve yapay kuluçkalama sistemlerine konulmuştur. Profesyonel üretimlerde çoğunlukla bu yöntem tercih edilmektedir. Çünkü dişi birey, yumurtlamadan sonra ağzında kuluçkalamaya başladığında yumurta ve larvalara 20-30 gün gibi uzunca bir süre bu şekilde bakmaktadır (parental bakım). Bu süre boyunca dişi nerdeyse bütün enerjisini yumurta ve larva bakımına harcamaktadır. Bu sürede çok az beslenir, daima kendisini ve yavrularını koruma içgüdüleriyle hareket etmektedir. Larvalar büyüyüp anaçtan ayrılıncaya kadar dişi yeni bir üreme periyoduna girmemektedir. Bir sonraki üreme periyoduna girebilmesi için enerji ve güç toplaması da gerekmektedir. İşte bu durumda dişinin yıllık bazdaki üretim performansı daha da düşük olmaktadır. Profesyonel üreticiler, bir dişiden birim zamanda en fazla verimi almayı hedeflemektedir. Dişilerin parental bakım yapmaları yıllık yavru elde etme verimini düşüreceği için bu yöntem pek tercih edilmemektedir. Bu çalışmada da yapay kuluçkalama uygulamalarında larvaları erken dönem gelişimleri incelenmiştir.

Balıkların erken dönem gelişim ve büyüme paternleri akuakültürde kuluçkahane üretiminin optimizasyonu ve değerlendirilmesi için çok önemlidir (Koumoundouros vd., 1999; van Maaren & Daniels, 2000). Ayrıca, fenotipik gelişim mekanizmasının anlaşılması benzer konularda yapılan diğer çalışmalar için de önemlidir (Salzburger & Meyer, 2004; Henning & Meyer, 2014; Kratochwil & Meyer, 2015; Kratochwil vd., 2015). Yüzlerce balık türünün erken larval dönemlerini incelemiş pek çok çalışma mevcutken, Cichlidae ailesine ait türler hakkında yapılmış bu tür çalışmalar oldukça az sayıdadır (Britz, 1997; Stiassny & Meyer, 1999; Lopes vd., 2015). Bu açıdan bakıldığında bu çalışmanın literatüre küçük de olsa olumlu yönde bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada ağızda kuluçkalayan paslı ciklitin larval gelişimiyle ilgili morfolojik gözlemler sunulmuştur. Burada ortaya konan verilerin diğer ağızda kuluçkalayan ciklit türlerinin erken dönem gelişim evrelerinin anlaşılabilmesi için de önemli olacağı varsayılmıştır.

Ağızda kuluçkalayan Malavi ciklitlerinden en çok bilinen ve tercih edilen türlerinden biri Türkiye'de sarı prenses ismiyle bilinen *Labidochromis caeruleus* türüdür.

Diğer Malavi ciklitleri gibi sarı prenses ciklitin de paslı ciklitle çok benzer yanları vardır. Üreme davranışları, kuluçkalama şekilleri, embriyonik gelişim süreçleri, larval gelişim süreçleri, beslenme ve davranış modelleri gibi pek çok yönden benzerlik göstermektedirler. Sarı prensesin (*L. caeruleus*) erken dönem gelişim evresinin incelendiği bir çalışmada (Saemi-Komsari vd., 2018). Ağız ve anüs açılımının yumurtadan çıktıktan sonraki 5. günde gerçekleştiği rapor edilmiştir. Bu durum paslı ciklitte 3. günlerde meydana gelmiştir. Aynı çalışmada 9. günlerde besin kesesinin yarısının tüketildiği, serbest yüzmeye ise 11. günde tamamen geçildiği bildirilmiştir (Saemi-Komsari vd., 2018). Paslı ciklit için ise bu iki olayın birkaç gün önce gerçekleştiği söylenebilir. Sarı prenses türünün larval gelişim evresini tamamlayıp juvenil evreye geçmesi yumurtadan çıktıktan sonraki 15-16. günlerde olduğu rapor edilirken (Saemi-Komsari vd., 2018), paslı ciklitte de aşağı yukarı aynı günlerde (13-15. günler) larval gelişim periyodundan juvenil aşamaya geçiş sağlanmıştır. Bu iki türün erken dönemde larval gelişimleri esnasında gerçekleşen fizyolojik ve morfolojik bulguların birbirlerine çok benzer oldukları bu iki çalışmanın verilerine bakılarak anlaşılabilir. Larval metamorfoz esnasında gerçekleşen olayların zamanlaması birebir örtüşmese de olayların genel oluş pozisyon ve şekilleri açısından oldukça benzerlik göstermektedir. Benzer durumun Malavi Gölü ciklit türlerinin pek çoğu belki de hepsi için aynı olma ihtimali çok yüksektir. Onun için bu türler hakkında daha detaylı çalışmalar yapılması Malavi Gölü'ne endemik ciklit türlerinin anlaşılmasına önemli katkılar sağlayacaktır. Bununla beraber bu çalışmada sunulan verilerinden yola çıkılarak diğer tüm Malavi Gölü ciklitlerinin yetiştiricilik uygulamaları için yönlendirici seviyede fikir edinilmiş olacaktır.

Renk, pigmentasyon dağılımı ve şekil yapıları larva ve juvenillerin taksonomik tanımlanmasında kullanılan önemli parametrelerdir (Nascimento & Araújo-Lima, 1993; Meijide & Guerrero, 2000; Godinho vd., 2003; Oliveira vd., 2012). *Astronotus ocellatus* (Nakatani vd., 2001; Paes vd., 2011), *Oreochromis niloticus* (Nakatani vd., 2001; Fujimura & Okada, 2007), *Cichlasoma nigroasciatum* (Martinez & Murillo, 1987), *Hypsophrys nicaraguensis* (Molina, 2011) gibi ciklit türlerinin larval dönemde vücuttaki pigmentasyonun

öncelikle kafanın üst bölgesinden başlayıp vücudun üst bölgesine doğru yoğunlaştığı bilinmektedir. Bu çalışmada incelenen paslı ciklit, *Iodotropheus sprengerae*, larvalarında da pigmentasyon dağılımının benzer şekilde geliştiği gözlenmiştir. Pigmentasyon yoğunluğu önce kafa bölgesinde artmış, sonra vücudun üst bölgelerine dağılmış, kuyruk bölgesini kapsamış, en sonra da karın bölgesi renklenmiştir.

Yapışma bezleri türlerin tanımlanmasında önemli karakteristik özelliklerden biridir. Genellikle kafanın üst bölgesinde bulunan yapışma bezleri yumurtadan yeni çıkmış larvanın sabit bir bölgeye tutunmasını sağlamaktadır. Bu bezler larvanın yumurtadan çıktıktan sonraki ilk günlerde aktif olup, gün geçtikçe yavaşça kaybolmaktadır. Özellikle substrata yumurtlayan ciklit türlerinin çoğunda yapışma bezleri gözlenebilmektedir. Örneğin; *C. dimerus* (Meijide & Guerrero, 2000), *A. ocellatus* (Nakatani vd., 2001; Paes vd., 2011), *Symphysodon* spp. (Çelik, 2010), *H. nicaraguensis* (Molina, 2011), *Pterophyllum scalare* (Çelik vd., 2014) ve *Satanoperca pappaterra* (Lopes vd., 2015) gibi ciklit türlerinin larval dönemlerinde kafalarının ön/üst kısımlarında yapışma bezleri mevcuttur. Bu yapışma bezleri bazı türlerde üç çift bazılarında iki çift olmaktadır. Jones (1972), substrata yumurtlayan türlerin kafalarının üstünde yapışma bezlerinin olduğunu ancak ağızda kuluçkalayan türlerde bu bezlerin ilkel formda kaldığını rapor etmiştir. Bu çalışmada incelenen ağızda kuluçkalayan paslı ciklit larvalarında yapışma bezlerine rastlanmamıştır.

Balık yetiştiriciliğinde tercih edilen su sıcaklığı rejimi, larval gelişim sürecini doğrudan etkileyen bir faktördür. Su sıcaklığına göre besin kesesinin tüketilme zamanı kısalıp uzayabilir, buna göre dışarıdan yem alma zamanı değişebilir, ağız açılımı ve serbest yüzme gibi larva yetiştiriciliği için hayati derecede önemli olan gelişim olaylarının zamanlaması değişebilir (Vlahos vd., 2015). Paslı ciklitin larval gelişiminin incelendiği bu çalışmada 29±0,5°C tercih edilmiştir. Bu sıcaklık değerinin altlarında larval gelişim biraz daha yavaş olabilir. Besin kesesinin tüketilme süresi, serbest yüzmeye geçiş zamanı ve larval aşamadan juvenil aşamaya geçiş zamanları da değişebilir. Bu değişim doğrudan su sıcaklığı ile ilgili olacaktır. Yeni çalışmalarla farklı sıcaklıklarda larval gelişim süreçlerinin karşılaştırılması da mümkündür.

Ancak bu çalışmada ortaya konulan veriler 29±0,5°C su sıcaklığında elde edilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada ağızda kuluçkalayan Malavi Gölü ciklit türlerinden olan paslı ciklitin, *Iodotropheus sprengerae*, erken dönem larval gelişim aşaması morfolojik açıdan incelenmiştir. Yapılan gözlemler sonucu elde edilen morfolojik verilerin ağızda kuluçkalayan diğer ciklit türlerinin erken dönem larval gelişimlerinin incelenmesinde faydalı olacağı düşünülmektedir. Ancak bundan sonraki çalışmalarda paslı ciklit ve diğer türlerin larval dönemlerinin çok daha detaylı çalışmalarla incelenmesi bu alanda çalışan bilim insanları ve bu bilgileri sahadaki uygulamalarda kullanan profesyonel üreticiler için çok daha faydalı olacaktır.

Etik Standartlar İle Uyum

Yazarların Katkısı

İÇ: Makalenin tasarlanması, Laboratuvar çalışmaları, İstatistiksel analizler, Taslağın hazırlanması, Düzeltme.

PC: Makalenin tasarlanması, Laboratuvar çalışmaları, Taslağın hazırlanması, Düzeltme

SA: Laboratuvar çalışmaları

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

Etik Onay

Yazarlar bu tür retrospektif çalışmalar için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir. Ayrıca, yazarlar hayvanların bakımı ve kullanımı için geçerli tüm uluslararası, ulusal ve/veya kurumsal yönergelere uyulduğunu bildirmektedir.

KAYNAKLAR

Ballard, W. W. (1973). Normal embryonic stages for salmonid fishes, based on *Salmo gairdneri* Richardson and *Salvelinus fontinalis* (Mitchill). *Journal of Experimental Zoology*, 184(1), 7–25. <https://doi.org/10.1002/jez.1401840103>

- Britz, R. (1997). Egg surface structure and larval cement glands in nandid and badid fishes with remarks on phylogeny and biogeography. *American Museum Novitates*, 3195, 1–7.
- Çelik, İ. (2010). Diskus balıklarında (*Symphysodon* spp.) larval ve prejuvenil gelişimin mikrofotografi metoduyla tanımlanması. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 4(1), 99-111.
- Çelik, I., Çelik, P., Çirik, Ş., Gürkan, M., & Hayretdağ, S. (2012). Embryonic and larval development of black skirt tetra (*Gymnocorymbus ternetzi*, Boulenger, 1895) under laboratory conditions. *Aquaculture Research*, 43, 1260–1275. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02930.x>
- Çelik, İ., Çelik, P., Gürkan, M., & Şahin, T. (2014). Larval development of the freshwater angelfish *Pterophyllum scalare* (Teleostei: Cichlidae). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14(4), 863-874.
- Dey, V. K. (2016). The global trade in ornamental fish. *Infofish International*, 4, 52–55.
- Farias, I. P., Meyer, A. & Ortí, G. (2000). Total evidence: molecules, morphology and the phylogenetics of cichlids fishes. *Journal of Experimental Zoology*, 288, 76–92.
- Ferreira Marinho, M. M. (2017). Desenvolvimento comparativo em *Moenkhausia pittieri* e *Paracheirodon innesi* (Ostariophysi: Characiformes) com comentários sobre heterocronia e miniaturização em Characidae. *Journal of Fish Biology*, 91(3), 851–865. <https://doi.org/10.1111/jfb.13384>
- Froese, R., & Pauly, D. (Eds.) (2013). *Iodotropheus sprengerae*. FishBase. World Wide Web electronic publication. Retrieved on November 11, 2022, from <http://www.fishbase.org>
- Fujimura, K., & Okada, N. (2007). Development of the embryo, larva and early juvenile of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae). Developmental staging system. *Development, Growth and Differentiation*, 49, 301-324.
- Godinho, H. P.; Santos, J. E. & Sato, Y. (2003). Ontogênese larval de cinco espécies de peixes do São Francisco. In: Godinho, H. P. & Godinho, A. L. orgs. *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte, PUC Minas. pp. 133-148.
- Henning, F. & Meyer, A. (2014). The evolutionary genomics of cichlid fishes: explosive speciation and adaptation in the postgenomic era. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 15, 1–516. <https://doi.org/10.1146/annurev-genom-090413-025412>
- Iwamatsu, T. (2004). Stages of normal development in the medaka *Oryzias latipes*. *Mechanisms of Development*, 121(7-8), 605–618. <https://doi.org/10.1016/j.mod.2004.03.012>
- Jones, A. J. (1972). The early development of substrate brooding cichlids with a discussion of a new system of staging. *Journal of Morphology*, 136, 255-272.
- Kimmel, C. B., Ballard, W. W., Kimmel, S. R., Ullmann, B., & Schilling, T. F. (1995). Stages of embryonic development of the zebrafish. *Developmental Dynamics*, 203(3), 253–310. <https://doi.org/10.1002/aja.1002030302>
- Konings, A. (1990). *Ad Konings's book of cichlids and all the other fishes of Lake Malawi*. T.F.H. Publications, Inc. 495 p.
- Kornfield, I., & Smith, P. F. (2000). African cichlid fishes: model systems for evolutionary biology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31, 163–196. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.31.1.163>
- Koumoundouros, G., Divanach, P., & Kentouri, M. (1999). Ontogeny and allometric plasticity of *Dentex dentex* (Osteichthyes: Sparidae) in rearing conditions. *Marine Biology*, 135, 561–572. <https://doi.org/10.1007/s002270050657>
- Kratochwil, C. F., & Meyer, A. (2015). Closing the genotype – phenotype gap: emerging Technologies for evolutionary genetics in ecological model vertebrate systems. *Bioessays*, 37, 213–226. <https://doi.org/10.1002/bies.201400142>

- Kratochwil, C. F., Sefton, M. M., & Meyer, A. (2015). Embryonic and larval development in the Midas cichlid fish species flock (*Amphilophus* spp.): A new evo-devo model for the investigation of adaptive novelties and species differences. *BMC Developmental Biology*, 15, 12. <https://doi.org/10.1186/s12861-015-0061-1>
- Lopes, T. M., Oliveira, F. G., Bialezki, A. A., & Agostinho, A. (2015). Early development in the mouth-brooding cichlid fish *Satanoperca pappaterra* (Perciformes: Cichlidae). *Revista de Biologia Tropical*, 63(1), 139–153. <https://doi.org/10.15517/rbt.v63i1.14121>
- Martínez, S. G. A., & Murillo, S. R. E. (1987). Desarrollo larval de *Cichlasoma nigrofasciatum* (Günther), 1868 (Pisces: Cichlidae) em cultivos em laboratório. *Revista de Biología Tropical*, 35(1), 113-119.
- Meijide, F. J., & Guerrero, G. A. (2000). Embryonic and larval development of a substrate-brooding cichlid *Cichlasoma dimerus* Heckel, 1940 under laboratory conditions. *Journal of Zoology*, 252, 481-493.
- Meyer, A. (1993). Phylogenetic relationships and evolutionary processes in east-African cichlid fishes. *Trends in Ecology and Evolution*, 8, 279–284. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(93\)90255-N](https://doi.org/10.1016/0169-5347(93)90255-N)
- Molina, A. (2011). Larval development of *Hypsophrys nicaraguensis* (Pisces: Cichlidae) under laboratory conditions. *Revista de Biologia Tropical*, 59(4), 1679-1684.
- Nakatani, K., Agostinho, A. A., Baumgartner, G., Bialezki, A., Sanches, P. V., Makrakis, M. C. & Pavanelli, C. S. (2001). *Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação*. Maringá, EDUEM. 378p.
- Nascimento, F. L., & Araújo-Lima, C. (1993). *Descrição de larvas de Psectrogaster amazonica e Potamorhina altamazonica (Curimatidae, Pisces) da Amazonia Central* [Larval description of *Psectrogaster amazonica* and *Potamorhina altamazonica* (Curimatidae, Pisces) of central Amazon]. *Acta Amazonica*, 23(4), 457-472.
- Noakes, D. L. G. (1991). Ontogeny of behaviour in cichlids. In M. H. A. Keenleyside (Ed.), *Cichlid Fishes: Behavior, Ecology and Evolution* (pp. 209–224). Chapman & Hall.
- Oliveira, F. G. D., Bialezki, A., Gomes, L. C., Santin, M., & Taguti, T. L. (2012). Desenvolvimento larval de *Brycon hilarii* (Characiformes, Characidae). *Iheringia. Série Zoologia*, 102, 62-70.
- Paes, M. C. F., Makino, L. C., Vasquez, L. A., Fernandes, J. B., & Nakaghi, L. S. O. (2011). Early development of *Astronotus ocellatus* under stereomicroscopy and scanning electron microscopy. *Zygote*, 20, 269-276.
- Park, J. M., Kim, N. R., Han, K. H., Han, J. H., Son, M. H., & Cho, J. K. (2014). Spawning behavior, egg development, larvae and juvenile morphology of *Hyphessobrycon eques* (Pisces: Characidae) Characidae fishes. *Developer Report*, 18, 241–249. <https://doi.org/10.12717/DR.2014.18.4.241>
- Saemi-Komsari, M., Mousavi-Sabet, H., Kratochwil, C. F., Sattari, M., Eagderi, S., & Meyer, A. (2018). Early developmental and allometric patterns in the electric yellow cichlid *Labidochromis caeruleus*. *Journal of Fish Biology*, 92(6), 1888-1901. <https://doi.org/10.1111/jfb.13627>
- Salzburger, W., & Meyer, A. (2004). The species flocks of East African cichlid fishes: recent advances in molecular phylogenetics and population genetics. *Naturwissenschaften* 91, 277–290. <https://doi.org/10.1007/s00114-004-0528-6>
- Santos, J. A., Iquematsu, M. S., Soares, C. M., Galdioli, E. M., Silva, K. F., Teixeira, V. A., & Bialezki, C. M. (2017). Temporal distribution and early development of *Moenkausia* cf. *gracilima* (Lucena & Soares, 2016) (Osteichthyes, Characidae) in the upper Paraná River, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 29, e109. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X10116>
- Scharpf, C., & Lazara, K. J. (2013). Order CICHLIFORMES: Family CICHLIDAE: Subfamily PSEUDOCRENILABRINAE (h-k). *The ETYFish Project Fish Name Etymology Database*. The ETYFish Project.

- Snoeks, J. (2000). How well known is the ichthyodiversity of the large East African lakes? *Advances in Ecological Research*, 31, 17–38. [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(00\)31005-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(00)31005-4)
- Stiassny, M. L. J., & Meyer, A. (1999). Cichlids of the rift lakes. *Scientific American*, 280, 64–69.
- Sturmbauer, C., & Meyer, A. (1992). Genetic divergence, speciation and morphological stasis in a lineage of African cichlid fishes. *Nature*, 359, 578–581.
- Swarup, H. (1958). Stages in the development of the stickleback *Gasterosteus aculeatus* (L.). *Journal of Embryology and Experimental Morphology*, 6(3), 373–383.
- Turner, G. F., Seehausen, O., Knight, M. E., Allender, C. J., & Robinson, R. L. (2001). How many cichlid fishes are there in African Lakes? *Molecular Ecology*, 10, 793–806. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.2001.01200.x>
- van Maaren, C. C., & Daniels, H. V. (2000). A practical guide to the morphological development of southern flounder, *Paralichthys lethostigma*, from hatch through metamorphosis. *Journal of Applied Aquaculture*, 10(2), 1–9. https://doi.org/10.1300/J028v10n02_01
- Vlahos, N., Vasilopoulos, M., Mente, E., Hotos, G., Katselis, G., & Vidalis, K. (2015). Yolk-sac larval development of the substrate-brooding cichlid *Archocentrus nigrofasciatus* in relation to temperature. *Integrative Zoology*, 10(5), 497-504. <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12152>
- Walter, B. E. (2012). Early ontogeny of aquarium-raised *Moenkhausia sanctaefilomenae* (Characiformes: Characidae). *Ichthyological Research*, 59(2), 95–103. <https://doi.org/10.1007/s10228-011-0257-8>