

## Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax*, Pallas, 1811)'nin Embriyonal Gelişiminin İncelenmesi

Şirin FİRİDİN<sup>\*1</sup>, Eyüp ÇAKMAK<sup>1</sup>, Nilgün AKSUNGUR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, P.K.129, Şana, Trabzon

\* Sorumlu yazar: Tel.:0 462 341 10 53; Fax: 0462 341 11 52;  
E-mail: sfridin@t@sumae.gov.tr

Geliş Tarihi:02.07.2012  
Kabul Tarihi:29.08.2012

### Özet

Bu çalışmada Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)'nin kuru döllenme yöntemi ile döllenmiş yumurtalarında embriyonik gelişim takip edilerek larvaların morfolojik gelişimleri incelenmeye çalışılmıştır. Çalışmada beş adet dişi, beş adet erkek kuluçkahane kökenli Karadeniz alabalığı damızlıkları kullanılmıştır. Anaç seçiminde boy, ağırlık ve yumurta çapları bakımından birbirine yakın balıklar tercih edilmiştir. Çalışmada 2 adet 400 g'lık deneme grubu ile 1 adet 274 g'lık kontrol grubu kullanılmıştır. Yumurta çapları ortalama  $0.51 \pm 0.01$  cm ölçülmüş, örnekleme işlemi toplam 94 gün sürmüştür. Örnekleme işlemi döllenmeden önce, döllenmeden sonra ve sonraki 24 saat için her saat yapılmıştır. İkinci 24 saat için dört saat arayla örnekleme yapılmış olup takip eden günlerde her gün aynı saatte olmak üzere örneklendirilmiştir. Örnekler fiksatif solüsyonu içinde bekletilmiştir. Böylece embriyonik dokularda istenmeyen bozuklukların oluşması engellenmiş ve dokuların yapısı en etkin şekilde muhafaza edilmiştir. Daha sonra görüntülü bilgisayar bağlantılı mikroskop altında larval gelişim takip edilmiştir. Yumurta örneklerinde döllenmeden, çıkışa kadar embriyo gelişimi ve larval aşamadan ilk beslemeye kadar olan safhalarda tespit edilen değişimler resimlenerek kayıt altına alınmıştır. Bu çalışmada döllenme oranı %9.53 gözlenme oranı %96, açılma oranı %94 ve besin kesesini tamamen tüketene kadar yaşama oranı %79 olarak tespit edilmiştir. Döllenmeden serbest yüzme aşamasına kadar tüm safhalar altı faz altında toplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Karadeniz alabalığı, Gelişim, Gastrula, Somitogenezis

### Abstract

#### The Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)'s Embryonic Development Stages

In this study, the Black Sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)'s dry method, fertilization and embryonic development following fertilization in the eggs of the larvae was to examine the morphological evolution. In this study five females and five males were used for breeding hatchery Black Sea trout origin. In the broodstock selection for fish are preferred close to each other in terms of size, weight and egg diameters. In the study, an experiment group which are weighted 400 g and a control group which is weighted 274 g are used. Egg diameters were measured  $0.51 \pm 0.01$  cm in average, the sampling process has a total of 94 days. Sampling procedure before fertilization, after fertilization and after being fertilized for 24 hours each day. The second for 24 hours with four hours of sampling were made at the same time each day in the subsequent days are to be examples. Example of at least 5 eggs fixative solution was waiting for. Thus, in embryonic tissue and preventing unwanted formation of disorders of tissue structure has been retained in the most efficient manner. Then the image under the microscope with a computer linked to larval development was followed. The examples of eggs before being fertilized, the out of the embryonic development and larval stages until the first feed at the phase changes detected by the image has been recorded. In this study, the fertilization rate of 96.53%, eyein grate of 96% and hatching rate of 94% was identified as survival rate of 79% until nutrients accompletely exhausted. From free-swimming stage to fertilization the all stages were collected at the six phases.

**Keywords:** *Salmo trutta labrax*, Development, gastrula, somitogenesis

### Giriş

Ülkemizdeki ekonomik balık stoklarının son yıllardaki azalışına bağlı olarak yetiştiricilik

faaliyetleri önemli sayılabilecek bir gelişme kaydetmiştir. Salmonidler, üzerinde en fazla

çalışılmış olan türlerdir. Bunun nedenleri ise; ilginç hayat hikayeleri, gerek türler arası gerekse aynı türün farklı ortamlarda yaşayan stokları arasındaki genetik farklılıklar, dış görünüşünün ilgi çekici olması, et özellikleri (Kurtoğlu vd., 1998) ve yetiştiricilik çalışmalarında başarı oranının diğer türlere nazaran yüksek olmasıdır (Çelikkale, 1994).

Diğer Avrupa ülkelerinde olduğu gibi, ülkemizde de önemli bir yerli balık türü olan *Salmo trutta* doğal zenginliği ve yüksek ekonomik değeri nedeniyle yetiştiricilik ve balıklandırmada tercih edilmektedir (Elliott, 1994). Kahverengi alabalığın ticari olarak yetiştiriciliği Avrupa ülkelerinde yaygın olarak yapılırken, üretim miktarları yönünden diğer salmonidlere göre düşük kapasitededir. Daha çok balıklandırmada iyi sonuç alınması nedeniyle özellikle son kırk yılda balık stoklama faaliyetlerinde kullanılmak üzere yaygın yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Farklı alabalık türlerinin embriyonik gelişim safhaları ve erken gelişim dönemleri birçok çalışmada araştırılmıştır (Grande ve Andersen, 1990; Killeen vd., 1999; Halacka, 1995; Başçınar ve Okumuş, 2004). *Salmo trutta labrax* ve *Salmo trutta abanticus* türlerinin erken gelişim dönemleri ve kültüre alınabilme durumları incelenmiştir (Çakmak vd., 2004; Uysal ve Alpbaz, 2002; Alp vd., 2011).

Salmonidae familyasına ait *Salmo* cinsinin taksonomisi sürekli tartışılmakta olup Avrupa'da 20 türü bildirilmiştir (Kottelat, 1997). Daha önceki çalışmalarda Türkiye'de *Salmo trutta macrostigma*, *Salmo trutta labrax*, *Salmo trutta abanticus* alt türleri ve *Salmo platycephalus* rapor edilmiştir (Behnke, 1968; Balık, 1984; Geldiay ve Balık, 1988; Çetinkaya, 1996; Tabak vd., 2001; Alp ve Kara, 2004, Kuru 2004). Ancak yapılan moleküler çalışmalar Türkiye alabalıklarının Tuna, Adriatik ve Dicle olmak üzere üç filogenetik soydan geldiğini ve tek bir türün (*Salmo trutta*) mevcut olduğunu belirtmektedir

(Bernatchez 2001; Bardakçı vd., 2006).

*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811 ırkının üç ekotipinde de renk yönünden büyük varyasyonlar görülür. Örneğin, deniz ekotipi deniz ve tatlısu arasında göç edici bir ekotip olduğundan, genç yavrularla ergin bireyler arasında morfolojik bakımdan ve özellikle renk ve desen yönünden büyük farklar görülmektedir. Bu ekotipin genç yavruları tatlısularda iken vücutlarının yan taraflarında dağınık siyah benekler ve kırmızı lekeler taşıdıkları halde, denize döndüklerinde bu renk ve desenlerini yavaş yavaş kaybederek gümüş beyazı bir renge dönüşür ve denizdeki ebeveynlerinin rengini alırlar (Slastenenko, 1956; Svetovidov, 1984). Karadeniz alabalığı daha önce bazı araştırmacılar tarafından farklı şekilde isimlendirilmiştir. Bu isimlerden *Salmo trutta labrax* ve *Salmo labrax* geçerliliğini sürdürmektedir (Tablo 3). Ülkemizde Karadeniz alabalığı “deniz alabalığı” ve “deniz alası” olarak da isimlendirilmiştir.

Çalışmamız söz konusu türün taksonomisi ile ilgili olmadığından araştırma materyali önceki çalışmaların ışığında *Salmo trutta labrax* olarak kabul edilmiştir (Tabak vd., 2001; Çiftçi vd., 2007). Bu çalışma, ülkemizde yetiştiriciliği yaygınlaşmaya başlayan Karadeniz alabalığının (*Salmo trutta labrax* PALLAS, 1811) embriyonik gelişim aşamalarını tespit etmek ve türün yumurta ve larva bakımındaki kritik evreleri ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

### Materyal ve Metot

Denemeler 09.01.2007-12.04.2007 tarihleri arasında Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde yapılmıştır.

Çalışmada beş adet dişi ve beş adet erkek kuluçkahane kökenli Karadeniz alabalığı anacı kullanılmıştır. Anaç seçiminde boy, ağırlık ve yumurta çapları bakımından birbirine yakın balıklar tercih edilmiştir. Çünkü yumurta büyüklüğü anaç balık büyüklüğü ile doğru orantılıdır.

Bu konuda yapılan araştırmalar gösteriyor ki; damızlık balık büyüklüğü artıkça yumurta çapı da artmaktadır (Springate vd., 1985, Bromage vd., 1990, Beacham ve Murray, 1993;Çelikkale, 1994). Sağım için kullanılacak balıklar bir hafta önceden kontrol edilerek damızlık stokundan ayrılarak başka havuza alınmış olup, erkek ve dişi bireyler aynı havuzda muhafaza edilmiştir. Sağımdan 3 gün önce yemleme durdurulmuş bu şekilde sağım esnasında dıřkđ karışımı engellenmiştir. Sağılacak damızlık balıklara sağımdan önce sağımı kolaylaştırmak ve yaralanmaları engellemek amacıyla banyo tarzi anestezi uygulanmıştır.

Anestetik olarak 15 ppm tricainemethane-sulphonate (MS 222) kullanılmıştır (Pennell ve Barton, 1996). Balıklar kuru bezle kurulandıktan sonra 1g'a hassas dijital terazide tartılmış ve total boyları 1 mm hassasiyetle ölçülmüştür, daha sonra yumurtaları kuru yöntemle göre (Emre ve Kürüm, 1998) her biri ayrı plastik kaplara sağılmıştır. Sağımdan sonra tekrar anaç balıklar tartılmıştır. Böylece anaç balıkların sağım öncesi ve sağım sonrası ağırlıkları ölçülmüştür. Yumurta çapları  $\pm 1$  mm ölçekli Von Bayer. Teknesi ile yapılmıştır. Yumurta yaş ağırlıkları  $\pm 0.001$ g hassasiyetli elektronik terazi yardımıyla belirlenmiştir.

Yumurta ve spermlerin her biri ortak bir havuz da toplanmıştır. Döllenen yumurtalar tartılmıştır. Daha sonra %1'lik iodin ile muamele edilmiştir. Her bir iodin çözeltisinden sonra yumurtalar süzgeçlerden geçirilmiş tatlı su ile yıkanmışlardır. Bu işlemden sonra toplam yumurta üç gruba ayrılmıştır. Çalışmada 2 adet 400g'lık deneme grubu ile 1 adet 274g'lık kontrol grubu kullanılmıştır. Kontrol grubunda döllenme, gözlenme ve çıkış oranının belirlenmesi hedeflenmiştir.

Örnekleme işlemi döllenmeden önce, döllenmeden sonra ve sonraki 24 saat için her saat yapılmıştır. İkinci 24 saat için dört saat arayla örnekleme yapılmış olup takip eden günlerde her

gün aynı saatte olmak üzere örneklendirilmiştir. Bu örnekleme sürecine serbest yüzmeye geçinceye kadar devam edilmiştir.

Örnekleme metodu olarak embriyonun fiske edilerek incelenmesi tercih edilmiştir. Bu amaçla örnekler fiksatif solüsyonu olarak; 50ml Formalin, 40 ml Asetik Asit, 60 ml Gliserol, 9 gr NaCl ve 850 ml Distile Su içinde bekletilmiştir (Galbreath ve Thorgaard, 1995). Böylece embriyonik dokularda istenmeyen bozuklukların oluşması engellenmiş ve dokuların yapısı en etkin şekilde muhafaza edilmiştir.

Yumurtalar incelenmeden önce fiksatif solüsyonundan çıkartılıp bölünme aşamalarının görünürlüğünü netleştirmek için asetik asit: methanol: distile su 1:1:1,v/v) (Springate vd., 1985) içinde 30-60 dk bekletilmiştir.

Örnekleme işleminden sonra yumurtalar su sıcaklığının sabit olduğu 10°C'ye ayarlı kapalı devre kuluçkahane sisteminde döllenmiş, yumurtalar ayrı ayrı 40 cm çapında, 6 cm yüksekliğinde ve 2 mm çapında delikleri olan alüminyum kuluçka tepsilerine yerleştirilmiştir.

Kuluçkaya alınan yumurtaların çapı, gözlenme suresi, gözlenme oranı, larva çıkış suresi, larva çıkış oranı, ve yasama oranları hesaplanmıştır (Ekingen, 1983; Sharma vd., 1989; Bromage vd., 1990; Zhu vd., 2001; Güner ve Tekinay, 2002; Arıman ve Aras, 2003; Uysal ve Albaz, 2003).

Döllenne işleminden bir gün sonra ölen (beyazlaşan ve opaklaşan) yumurtalar pens yardımıyla ayıklanarak sayılmış olup döllenmeyen yumurta olarak kaydedilmiştir. Yumurtalara gözleninceye tek herhangi bir müdahale yapılmamış olup gözlenme tamamlanınca ölü yumurtalar tekrar ayıklanarak gözlenme oranı hesaplanmıştır. Ölü yumurtaların ayıklanması ve sayılması açılma zamanına kadar devam etmiş olup bu değerlerin toplamı açılma oranı hesabında kullanılmıştır. Döllennmeyi müteakip yumurta ve larva ölümleri kaydedilerek yaşama oranı hesaplanmıştır.

Embriyonik gelişim süresince farklılaşmada rol oynayan hücre bölünmesi, besin kesesinin damarlanması, kaudal yüzgeç oluşumu gibi kantitatif karakterler anahtar karakterler olarak seçilmiş ve altı aşama belirlenmiştir.

## Bulgular

Çalışmada beş adet dişi, beş adet erkek kuluçkahane kökenli Karadeniz alabalığı

damızlıkları kullanılmıştır (Tablo 1). Anaç seçiminde boy, ağırlık ve yumurta çapları bakımından birbirine yakın balıklar tercih edilmiştir. Çalışmada 2 adet 400 g'lık deneme grubu ile 1 adet 274 g'lık kontrol grubu kullanılmıştır. Yumurta çapları ortalama  $0.51 \pm 0.01$  cm ölçülmüş, örnekleme işlemi toplam 94 gün sürmüştür.

**Tablo 1.** Damızlıkların üreme bulguları.

Damızlık Balık No	1	2	3	4	5	Ortalama $\pm$ shata
Anaç Balık Boyu (cm)	55.3	56.8	63	50.4	51.2	55.3 $\pm$ 2.26
Anaç Balık Ağırlığı (g)*	1866	2244	2544	1161	1427	1848 $\pm$ 254.0
Anaç Balık Ağırlığı (g)**	1670.0	1755.0	2317.0	950.0	1365.0	1611.4 $\pm$ 225.84
Nisbi Yumurta Verimi(yum./kg)	1375	1006	1627	1627	1534	1434 $\pm$ 117
Yumurta Çapı (cm)	0.51	0.53	0.495	0.51	0.48	0.51 $\pm$ 0.01
Yumurta ağırlığı (g/1 adet)	0.085	0.099	0.078	0.082	0.072	0.08 $\pm$ 0.01
Toplam Yumurta ağırlığı (g)	217.8	223.31	321.32	154.13	157.73	214.86 $\pm$ 30.30
Yumurta sayısı	2566	2256	4138	1889	2190	2608 $\pm$ 397
Erkek Balık Boyu (cm)	57.3	50.6	51.1	49.0	43.1	50.2 $\pm$ 2.27
Erkek Balık Ağırlığı (g)	1810.0	1348.0	1306.0	1184.0	1058.0	1341.2 $\pm$ 127.67

\*Sağım öncesi ağırlık

\*\*Sağım sonrası ağırlık

Larval gelişim altı evrede gruplandırılmış her aşamada kendi arasında oluşumlarına göre isimlendirilmiştir. Bunlar;

- Yumurtanın bölünme safhası
- Gastrula safhası
- Somitogenesis
- Besin kesesinin damarlanması
- Kaudal yüzgeç
- Dorsal, anal ve kaudal yüzgeçlerin gelişim aşaması

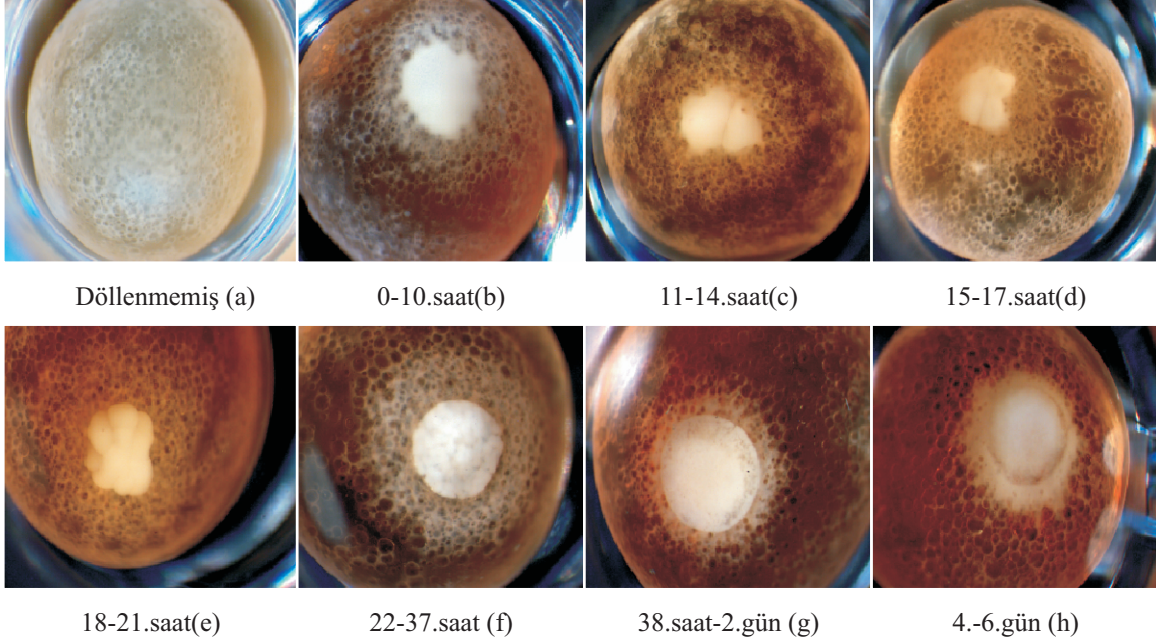
**Yumurtanın bölünme safhası:** Yumurtanın döllemeyle birlikte başlayıp embriyonun 8. gününe gelinceye kadar devam etmiştir. Burada 0-10. saatler arasında blastodisk oluşumu gözlenmiş (Şekil 1-a), 11-14. saatler arasında blastodisk ortasından dikey bir şekilde ilk bölünmeye uğrar ve biraz globüler yapıda iki eşit blastomer oluşmuştur (Şekil 1-b). İkinci bölünme

15-17. saatler arasında birinci bölünme düzlemine dik bir şekilde gerçekleşmiş ve dört hücreli yumurta oluşmuştur (Şekil 1-c). Dölleme 18 saat sonra üçüncü bölünme gerçekleşmiştir. Meydana gelen 8 blastomer genellikle dört hücrenin iki sıra oluşturacak şekilde dizilmesiyle düzenlenir (Şekil 1-e). 22 ile 37 saatler arasında blastomerler 16'lı hücre düzeyinden düzenli bir şekilde çoğalmaya başlamış, bu aynı zamanda hassas döneme girdiği zaman olarak belirlenmiştir (Şekil 1-f).

Bu aşamada yan bakışta blastodisk yüksek görünümüldür. Blastodisk etrafında çukurlaşmalar oluşmaya başlamıştır (Şekil 1-g). Bu evre blastula evresi olarak adlandırılmış ve bu evrede blastomerler tek tek mikroskop altında ayrılmaya bilir ve embriyo düzleşmeye başlamış ve bu evre 6. günün sonunda tamamlanmıştır (Şekil 1-h).

Blastula evresinin sonuna doğru, gastrulasyonun başlamasından önce, blastodiskün tüm çevresinde, hızlı hücre artışı ile kalınlaşma oluşmaktadır. Bu kalınlaşmış blastodisk

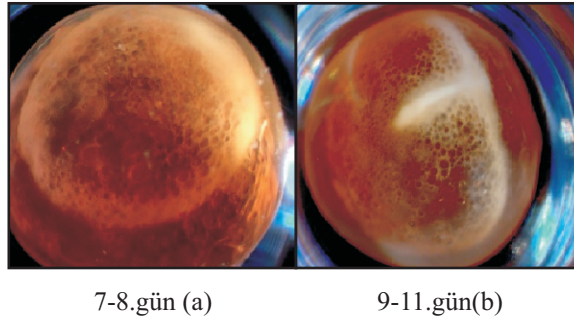
çevresinin bir bölümü, geri kalan çevre bölümünden daha fazla kalınlaşmıştır. Bundan sonra gastrulasyon gerçekleşmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. *S. trutta labrax* yumurtalarında bölünme safhaları

**Gastrula safhası:** Bu safha 7. günden itibaren başlamıştır. Bu safhanın belirteci germ halkasının oluşumudur (Şekil 2-a). Yumurtada, nukleusu kapsayan sitoplazma, animal kutupta bir disk biçiminde kalmış olduğundan germinal disk adıyla da bilinir. 9 ve 11.günlerde embriyonik

kalkan adıyla bilinen kalınlaşmış blastodisk bölümünde, sinirsel plak, notokorda gibi primer organ taslaklarının oluşacakları yerler görülmeye başlamıştır (Şekil 2-b). Bu aşamada blastodisk mikroskop altında görülecek şekilde kalınlaşmıştır.



Şekil 2. *S. trutta labrax* yumurtalarında gastrula safhaları

**Somitogenesis safhası:** Notokordanın iki yanında kalan mezoderm hücreleri de mezoderm taslaklarıdır ve gelişimde embriyonun uzunluğunca segmental paketlere bölünürler. Bu

paketlerin her birine somit adı verilir (Killen ve Johnston, 1999). 11-14.günler arasındaki beyin oluşumu ile başlayıp işitsel sinirlerin, lens, yüzgeç oluşumu başlaması ile devam edip yüzgeç

çıkıntılarının belirmesiyle son bulan 16 günlük bir

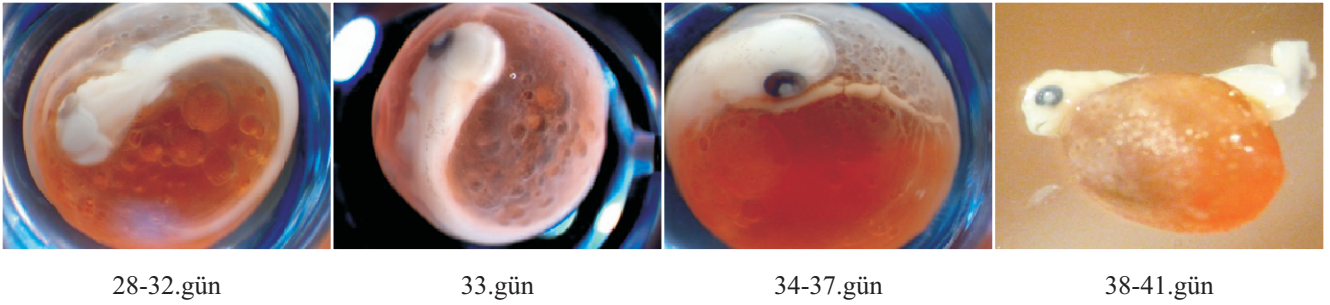
safhadan oluşmaktadır (Şekil 3)



Şekil 3. *S. trutta labrax* yumurtalarında Somitogenesis safhaları

**Besin kesesinin damarlanması:** 28. günden 41.güne kadar geçecek olan bu dönemde optik çukurun kenarlarında kahverengi pigmentlerin görülmesiyle göz belirginleşmeye başlamış ve bu aşama gözlenme aşaması olarak belirtilmiştir. 33. günden itibaren melanin

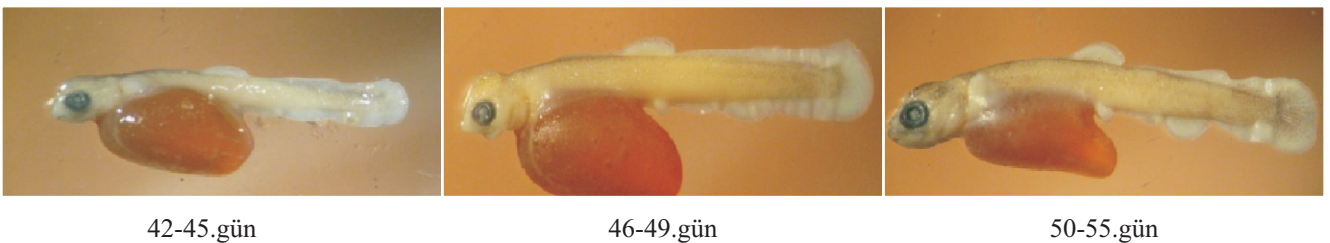
pigmenti granülleri olan melanoforlar görülmeye başlamıştır. 34-37. günlerde gözün arka kısmından itibaren damarlanma başlamaktadır. Bu takip eden 38-41. günler arasında anal yüzgeç görülmeye başlar ayrıca ağız örtin membranda emilme gözlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. *S. trutta labrax* yumurtalarında besin kesesinin damarlanması aşamaları

**Kaudal yüzgeç:** 42. günden 85.güne kadar ilerleyen bu dönemde kaudal yüzgeç ışınlarının oluşumuyla başlayıp sırasıyla pelvik, dorsal yüzgeç ışınları, pelvik yüzgeç ışınları, dorsal yüzgeç ışınlarının kıvrımlı yapı, parr ve anal yüzgeç segmenlerinin oluşumuyla biten bir safhalar tesbit edilmiştir. Bu evrede vitellüs kesesi küçülmüş. embriyo büyümeye devam etmiştir ve bu sırada koriyon çatlamış, embriyo, larva olarak serbest kalmıştır. Bu larva erginine benzeyene kadar gelişimini sürdürmektedir.

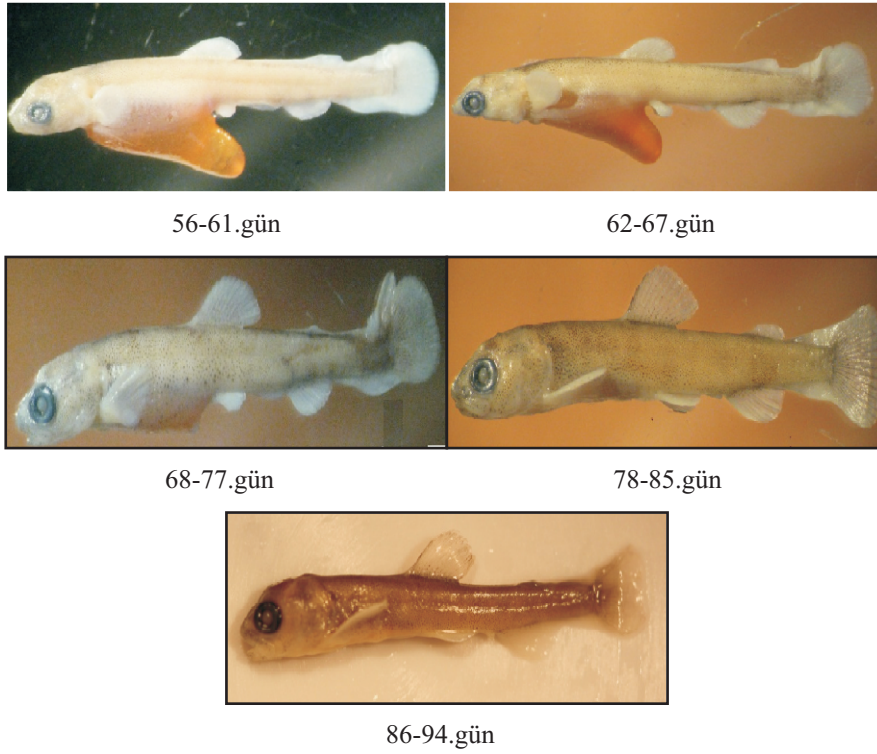
42-45.günler arasında gelecekte adipos yüzgecin olacağı bölüme doğru dorsal yüzgeç gelişme göstermiştir. Melanoforlar ön beyin üzerinde görülmeye başlamış ve dorsal yüzgecin arkasına doğru genişleme göstermiştir. 62.-67. günlerde dorsal yüzgeç kenarları girintili olmaya başlamış, benzer ilerleme anal ve kaudal yüzgeçlerde de görülmüştür. 68-77. günlerde yavru gümüşümsü bir görünümde olup diğer salmon türü yavrularının taşıdığı benek ve parr işaretlerini taşımaya başlamıştır (Şekil 5).



42-45.gün

46-49.gün

50-55.gün



56-61.gün

62-67.gün

68-77.gün

78-85.gün

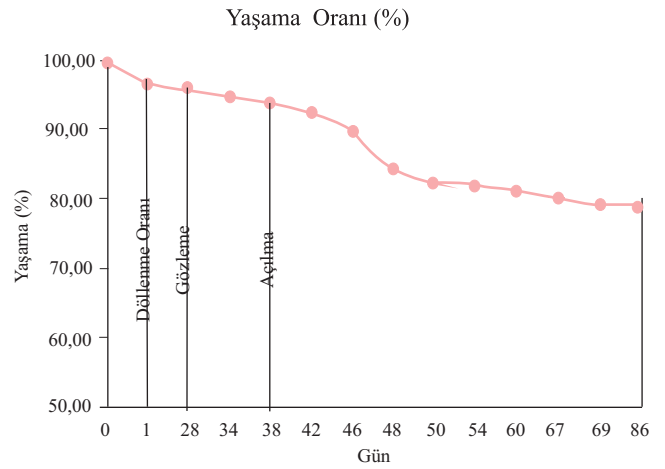
86-94.gün

Şekil 5. *S. trutta labrax* yumurtalarında kaudal yüzgeç aşamaları

Yapılan embriyonik gelişim çalışmasında; 10°C'de Karadeniz alabalığının yumurtalarının 38. saatten sonra hassas döneme girdiği, bu hassas dönemin göz lekesi oluşuncaya kadar yani 28-32. günlere kadar devam ettiği, 38-41 gün sonra vitellus keseli larvaların çıktığı ve 86. günden itibaren ergin bireye benzeyen yavrular besin kesesini tamamen tüketerek serbest yüzmeye geçmiştir.

#### Döllenme ve Çıkış Oranı

Yapılan hesaplamada döllenme oranı %96,53 olarak bulunmuştur. Gözlenme aşamasının görüldüğü 28. günü müteakip ölen yumurtalar ayıklanarak gözlenme oranı %96,00 olarak tespit edilmiştir. Yumurtalar açılana kadar, ölen yumurtaların sayılarak uzaklaştırılmasına devam edilmiş olup açılmanın gerçekleştiği 38. günde açılma oranı %94,00 olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın 86. gününde larvalar dönem tamamlanarak ergin birey görünümünde yavru balık dönemi başlamıştır. Bu aşamaya kadar yaşama oranı %79,00 olarak hesaplanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Yaşama oranları.

#### Tartışma ve Sonuç

Bir yumurtada döllendikten sonraki hücre çoğalması, embriyonik gelişme, larva ve genç yavru gelişim süreleri, başta balık türü olmak üzere, su sıcaklığı ve diğer pek çok çevre faktörüne bağlıdır (Çelikkale, 1985). Alabalıklarda yumurta verimliliği genetik ve çevresel faktörler tarafından etkilenmektedir. Bunlar; balık büyüklüğü ve yaşı, beslenme durumu, bulunduğu sucul ortamın fiziksel ve kimyasal

özellikleridir (Rasmussem ve Ostenfeld, 2000). Suyun fizikokimyasal parametreleri yumurta verimliliğini, yumurtaların döllenme oranını ve büyüme özelliklerini önemli oranda etkilemektedir. Her iki su kaynağındaki su sıcaklığı, çözünmüş oksijen miktarı ve pH değerlerinin literatürlerde bildirilen değerler arasında olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2007).

Alıklarında 1.5-2 ay kadardır. Dere alabalığı yumurtaları 7.2°C'de 64 günde (444.4 gün derece), 10°C'de ise 41 günde (392.2 gün derece) açılmışlardır (Greenberg ve Wiesner, 1979; Piper vd., 1983; Stevenson, 1987). Bu değerlere uygun olarak Abant alabalığı yumurtaları 7-10°C arasında değişen su sıcaklığında 36 günde (279 gün derece), gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) yumurtaları 20 günde (174 gün derece), Kurtoğlu vd. (1998), yumurtaların yaşama kapasitesini belirleyen ve yumurta kalitesi olarak tanımlanan özelliklerin sadece alabalıklarda oldukça yüksek olup, bunlarda bile ilk birkaç aylık devrede yumurta ve larvaların 2/3'ünün kaybedilebildiğini bildirmiştir.

*Salmo trutta* için gözlenme süresi 6 °C de 30-33 gün (Killen, 1999), 220 gün derece (Gjedrem, 1978) ve 195 gün derece (Grande ve Andersen, 1990), Alp vd. 2011'de yaptığı çalışmada iki sıcaklık derecesi için (7.23-8.21°C) 244-261 gün derece olarak bildirmiştir.

*Salmo trutta* için larva çıkışları 490 gün derece (Gjedrem, 1978) ve 250 gün derece (176 gün) (Grande ve Andersen, 1990). Benzer şekilde Alp vd. (2011)'de yaptığı çalışmada *Salmo trutta*'da 7.23 °C de 387 gün derece, 8.21°C de 413 gün derece olarak bildirilmiştir. *Salvelinus fontinalis* yumurtalarının açılması ise 415 gün derecede gerçekleşmiştir (Başçınar ve Okumuş, 2004). Yumurtaların çıkış süresini Aydın ve Çelebi (2000) 11.5-12°C'de 26 gün, Atay (1980) 6°C'de 61 gün, 12°C'de 26 gün, Çelikkale (1998) 7°C'de 48 gün ve 13°C'de 24 gün olarak belirtmiştir. Bizim çalışmamızda kullandığımız *Salmo trutta labrax* yumurtalarının açılması 10°C de ise 380-

410 gün derece arasında gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar önceki çalışmalardan farklılık göstermekte olup söz konusu farklılık su sıcaklığı ve çalışılan balık türlerinden kaynaklanmıştır. Yumurtalarda ilk gözlenme kahverengi alabalıklarda 7.23°C de 35. günde (244 gün-derece) ve 8.21°C'de ise 31. günde (260 gün-derece) tespit edilmiştir. Karadeniz alabalığı yumurtalarında gözlenme ise 8.21°C'de 25. günde (215 gün-derece) olmuştur. Larva çıkışları kahverengi alabalıklarda 7.23°C'de 56. günde (387 gün-derece), 8.21°C'de ise 50. günde (413 gün-derece) görülmüştür. Karadeniz alabalıklarında larva çıkışları ise 53. günde (440 gün-derece) olmuştur (Alp vd., 2010).

Çalışmamızda blastula safhası Killen vd. (1999) 6°C'de yaptığı çalışmasıyla kıyasladığımızda 2 gün, somito genesis safhası 1 gün, kaudal yüzgeç oluşumu 1 hafta daha erken olarak görülmüştür. Ayrıca bizim çalışmamızda besin kesesi tüketimi 94. günün sonunda tamamlanırken Killen vd.(1999) yaptığı çalışmada bu süreci 117-127 gün olarak bildirmiştir. Bu durum çalışmalarda kullanılan su sıcaklık değerinin farklı olmasına bağlanmıştır.

Bu çalışma ile *Salmo trutta labrax*'ların kültüre alınan diğer türlere göre farklı embriyonik gelişim sergiledikleri tespit edilmiş olup, elde edilen bulgular bu türün üretimini yapan kuluçkahanelere yardımcı olacak niteliktedir.

Sonuç olarak, Karadeniz alabalığı yumurtalarının 10°C deki embriyonik gelişimi, kültürü yapılan diğer türlere göre farklılık göstermektedir. Yapılan çalışma ile bu türün üretimini yapacak özel sektör çalışanlarına; döllenmeyi müteakip 22 saat içinde yumurtaya yönelik tüm uygulamaların (döllenmemiş yumurtaların ayıklanması, nakil, dezenfeksiyon v.b.) yapılabileceği, ancak 22. saat ile 32. gün arasında yumurtaların hiçbir şekilde hareket ettirilmemesi gerektiği, gözlenmeyi müteakip (41. gün) yumurtalara yönelik her türlü uygulamanın yapılabileceği tavsiye edilmektedir.



## Kaynaklar

- Alp, A. ve Kara, C. 2004. Ceyhan, Seyhan ve Fırat havzalarındaki doğal alabalıklarda (*Salmo trutta macrostigma* Dumeril, 1858 ve *Salmo platycephalus* Behnke, 1968) boy, ağırlık ve kondisyon faktörleri. E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 21(1-2):9-15.
- Alp, A., Erer, M. ve Kamalak, A. 2010. Eggs Incubation, Early Development and growth in Fry of Brown Trout (*Salmo trutta macrostigma*) and Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax*). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 10: 387-394.
- Alp, A., Erer, M. ve Kırmızı, S. 2011. Ceyhan nehri'ndeki doğal alabalık (*Salmo trutta*) yumurtalarının iki farklı su sıcaklığında inkübasyonu ve embriyonik gelişimi. BİBAD, 4(1): 53-60.
- Anonim, 2007. Gökkuşluğu alabalığı yetiştiriciliğinde su özellikleri. Balık Üreticisi El Kitabı K. Güllü (Ed.). T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Avrupa Birliği Doğu Anadolu Kalkınma Programı, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Proje Koordinasyon Merkezi Yayını, s: 6-8.
- Arıman, H. ve Aras, N.M. 2003. Çeşitli yem gruplarının alabalık yavrularının büyüme performansına ve et verim özelliklerine etkileri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 2003 (20), 3-4: 405-411.
- Atay, D. 1980. Aquaculture Technics of Rainbow trout (in turkish). Primeministry Press, Ankara.
- Aydın, H. ve Çelebi, R. 2000. Gökkuşluğu alabalığında damızlık yasının yumurta verimi ve gelişimine etkisi. Su Ürünleri Sempozyumu, 219-224 s, 20-22 Eylül 2000, Sinop.
- Balık, S. 1984. Recherces sur les populations de Truites de La Region Thracienne. Ege University Faculty of Sciences Journal Series B., VIII: 129-138.
- Bardakçı, F., Değerli, N., Özdemir, O. ve Başbüyük, H. 2006. Phylogeography of the Turkish Brown trout *Salmo trutta* L.: mitochondrial DNA PCR-RFLP variation. Journal of Fish Biology, 68 (Suppl. A): 36-55
- Başçınar, N. ve Okumuş, İ. 2004. The early development of brook trout *Salvelinus fontinalis* (Mitchill): Survival and growth rates of alevins. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 28: 297-301.
- Beacham, T.D. ve Murray, C.B. 1993. Fecundity and Egg Size Variation in North American Pacific Salmon. Journal of Biology, 42: 485-508.
- Behnke, R.J. 1968. A new subgenus and species of trout, *Salmo (Platysalmo) platycephalus*, from southcentral Turkey, with comments on the classification of the subfamily Salmoninae. Süßwasserfische der Türkei, Teil 6. Mitt. Hamburg. Zool. Mus. Inst., 66: 1-15.
- Bernatchez, L. 2001. The evolutionary history of Brown trout (*Salmo trutta* L.) inferred from phylogeographic, nested clade, and mismatch analysis of mitochondrial DNA variation. Evolution, Bromage, N., Hardiman, J., Jones, J., Springate, J. ve Bye, V. 1990. Fecundity, egg size and total egg volume differences in 12 stocks of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* Richardson. Aquaculture, Fisheries Management, 21: 269-284.
- Çakmak, E., Kurtoğlu, İ. Z., Çavdar, Y., Firidin, Ş., Aksungur, N., Başçınar, N., Esenbuğa, H. ve Zengin, B. 2004. Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax* Palas, 1811)'nın yetiştiriciliği ve balıklandırma amacıyla kullanımı. Proje sonuç Raporu, TAGEM/HAYSÜD/2001/07/01/20, Su ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon, 140 s.
- Çelikkale, M.S. 1985. Fish Biology, Karadeniz Teknik Univ. Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu, Trabzon, 387 s.
- Çelikkale, M.S. 1994. Aquaculture of Inland Water Fish (in turkish). Cilt 1, II Basım, K.T.Ü., Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Yay., Trabzon.
- Çelikkale, M.S. 1998. Su Balıkları ve Yetiştiriciliği. Cilt I, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Trabzon. 419 s.
- Çetinkaya, O. 1996. Çatak Çayı (Dicle Nehri) dağ alabalıklarının (*Salmo trutta macrostigma* Dumeril, 1858) bazı biyolojik özelliklerinin incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 9, 13: 111-122.
- Çiftçi, Y., Eroğlu, O., Firidin, Ş. ve Ertekin, A. 2007. Türkiye Kahverengi Alabalık (*Salmo trutta* L.) Popülasyonlarının Genetik Yapısının Belirlenmesi, PROJE NO: TAGEM HAYSÜD/2001/09/03/08, Trabzon.
- Ekingen, G. 1983. Gökkuşluğu alabalığında yumurta verimliliği. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 30 (3), 349-360 s.
- Elliot, J.M. 1994. Quantitative ecology and the brown trout. Oxford Series in Ecology and Evolution, Oxford University Press, Oxford, Great Britain, 286 pp.
- Emre, Y. ve Kürüm, V. 1998. Havuz ve kafeslerde alabalık yetiştiriciliği teknikleri. Minpa Matbaacılık Tic. Ltd.
- Galbreath, P.F. ve Thorgaard, G.H. 1995. Sexual maturation and fertility of diploid and triploid Atlantic salmon X Brown trout hybrids. Aquaculture. Fifth International Symposium on Genetics in Aquaculture, Halifax, Nova Scotia, Canada, June 1994. 137 (1-4): 299-311.

- Geldiay, R. ve Balık, S. 1988. Türkiye tatlı su balıkları. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No:97, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 519 s.
- Gjedrem, T. 1978. Selection experiments with salmon: IV. Growth of Atlantic salmon during two years in the sea. *Aquaculture*, 15: 19-33.
- Grande, M. ve Andersen, S. 1990. Effect of temperature regimes from a deep and a surface water release on early development of Salmonids. *Regul. River. Re. Manag.*, 5:355-360.
- Greenberg, D.B. ve Wiesner, E.R. 1979. *Forellenzucht, Hamburg und Berlin*, 136p. Verlag Paul Parey.
- Güner, Y. ve Tekinay, A. 2002. Ege Bölgesi'nde ticari bir işletmedeki gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) anaçlarının yumurta verimi ve yavrularının büyüme özelliklerinin araştırılması. *E.U. Su Ürünleri Dergisi*, (19), 3-4: 359-369.
- Halacka, K. 1995. Embryonic development of brown trout (*Salmo trutta m. fario*), *Folia Zoologica*, 44: 175-184.
- Killen, J., McLay, H.A. ve Johnston, I.A. 1999. Development in *Salmo trutta* at different temperatures, with a quantitative coring method for intraspecific comparisons. *Journal of Fish Biology*, 55: 382-404.
- Kottelat, M. 1997. European freshwater fishes. An heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for non-systematists and comments on nomenclature and conservation. *Biologia, Section Zoology*, 52 (Suppl. 5):1-271.
- Kurtoğlu, İ.Z., Okumuş, İ. ve Çelikkale, M.S. 1998. Analysis of Reproductive Performance of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Broodstock in a Commercial Farm in Eastern Black Sea Region, (in Turkish). *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 22: 489-496.
- Kuru, M. 2004. Türkiye iç su balıklarının son sistematik durumu. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 (3): 1-21.
- Pennell, W. ve Barton, B.A. 1996. *Principles of Salmonid Culture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Vol:26, The Netherlands*.
- Piper, G.R., McElwain, I.B., Orme, L.E., McCraren, J.P., Fowler, L.G. ve Leonard, J.R. 1983. *Fish Hatchery Management*, Washington, D. C., 190 p.
- Rasmussem, R.S. ve Ostefeld, T.H. 2000. Effect of Growth Rate on Quality Traits and Feed Utilization of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Brook trout (*Salvelinus fontinalis*), *Aquaculture*, 184 (3-4), 327-337.
- Sharma, S.C., Dhanze, J.R. ve Katoch, B.S. 1989. Fecundity of Rainbow Trout (*Salmo gairdnerii* Richardson) Under the Temperature Conditions of Himachal Pradesh, India, *Journal of Animal Sciences*, 59 (12): 1577-1579.
- Slastenenko, E. 1956. Karadeniz Havzası Balıkları, Et Balık Kurumu Umum Müdürlüğü Yayınları, İstanbul.
- Springate, J.R.C., Bromage, N.R., Elliott, J.A.K ve Hudson, D.L. 1985. The timing of ovulation and stripping and their effects on the rates of fertilization and survival to eying, hatch and swim-up in the rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.) Volume 43, Issues 1-3, Pages 313-322. *Salmonid Reproduction - An International Symposium*, 15 December 1984.
- Stevenson, J.P. 1987. *Trout Farming Manual*. Fishing News Books Limited. Enland, 257p.
- Svetovidov, A.N. 1984. Gadidae. In *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean, Vol. II* (P. J. P. Whitehead, M.L. Bauchot J.C., Hureau J. Nielsen and E. Tortonese (eds), 680-692. pp. Paris: UNESCO.
- Tabak, İ., Aksungur, M., Zengin, M., Yılmaz, C., Aksungur, N., Alkan, A., Zengin, B. ve Mısır, D.S. 2001. Karadeniz alabalığının (*Salmo trutta labrax*) biyoekolojik özellikleri ve kültüre alınabilirliğinin araştırılması. Proje sonuç raporu, TAGEM /HAYSUD/98/12/01/007. Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü- Trabzon, 194 s.
- Uysal, İ. ve Alpbaz, A. 2002. Comparison of the growth performance and mortality in Abant trout (*Salmo trutta abanticus* Tortonese, 1954) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) under farming conditions. *Turk. J. Zool.*, 26: 399-403.
- Uysal, İ. ve Alpbaz, A. 2003. Abant alabalığı ile gökkuşağı alabalığı yumurtalarının döllenme, gözlenme, larva çıkışı ve yasama oranlarının karşılaştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, (20), 1-2: 95-101.
- Zhu, S., Chen, S., Hardy, R.W. ve Barrows, F.T., 2001. Digestibility, growth and excretion response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) to feeds of different ingredient particle sizes. *Aquaculture Research*, 32: 885-893.