



Farklı Işık Yoğunluğunun Diploid ve Triploid Çoruh Alabalığı (*Salmo coruhensis*) Larvalarının Besin Kesesi Tüketimi Üzerine Etkisi ^[*]

Mete TUZCU Fatma DELİHASAN SONAY*

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 53100 Fener, Rize

Geliş Tarihi: 26.07.2023

Kabul Tarihi: 13.09.2023

Basım Tarihi: 30.09.2023

Atf yapmak için: Tuzcu, M. & Delihasan Sonay, F. (2023). Farklı ışık yoğunluğunun diploid ve triploid Çoruh alabalığı (*Salmo coruhensis*) larvalarının besin kesesi tüketimi üzerine etkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 8(3), 484-491. <https://doi.org/10.35229/jaes.1333133>
How to cite: Tuzcu, M. & Delihasan Sonay, F. (2023). Effect of different light intensity on yolk sac consumption of diploid and triploid larvae of Coruh trout (*Salmo coruhensis*). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 8(3), 484-491. <https://doi.org/10.35229/jaes.1333133>

*ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0511-4782>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1059-452X>

*Sorumlu yazarın:

Fatma DELİHASAN SONAY
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri
Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 53100 Fener,
Rize, Türkiye
✉: fatma.delihasan@erdogan.edu.tr

Öz: Bu çalışmada triploid ve diploid Çoruh alabalığı (*Salmo coruhensis*) larvalarının besin kesesi tüketimi üç farklı ışık yoğunluğunda, gün-derece ile boy (L), toplam yaş larva ağırlığı (W_{TYA}), kuru larva ağırlığı (W_{KLA}), kuru kese ağırlığı (W_{KKA}), kuru besin kesesi tüketimi (BKT), günlük ağırlıkça büyüme oranı (ABO) ve gelişim indeksi (K_D) değerleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Yumurtadan yeni çıkan larvalar normal gün uzunluğu (N), 24 saat aydınlık (24A) ve 24 saat karanlık (24K) ortamda kese tükeninceye kadar tutulmuştur. Araştırma sonucunda boy, toplam yaş larva ve kuru larva ağırlıkları ile gün-derece arasında artan, kuru besin kesesi için azalan lineer ilişkiler belirlenmiştir. En iyi büyüme ve gelişim indeksi triploid 24A ve N gruplarında tespit edilmiştir (P<0,05). Bu sonuçlar, triploid ve diploid alabalık yavru yetiştiriciliği yapan kuluçkahanelerin verimliliğini artırmak için kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Besin kesesi tüketimi, diploid, ışık, larva büyüme, Salmonidae, triploid.

Effect of Different Light Intensity on Yolk Sac Consumption of Diploid and Triploid Larvae of Coruh Trout (*Salmo coruhensis*)

Abstract: In this study, the relationships between yolk sac consumption of triploid and diploid Coruh trout (*Salmo coruhensis*) larvae at three different light intensities, day-degrees and length (L), total wet larvae weight (W_{TYA}), dry larvae weight (W_{KLA}), dry yolk sac weight (W_{KKA}), dry yolk sac consumption rate (BKT), daily weight growth rate (ABO) and development index (K_D) were investigated. Newly hatched larvae were kept in a normal day length (N), 24-hour dark (24K) and 24-hour light (24A) environment until the yolk sac was consumed. As a result of the research, linear relationships were determined between length, total wet larvae weight and dry larvae weights and day-degree increased while dry yolk sac decreased. The best growth and development index was found in triploid 24-hour light and normal day length (P<0.05). These results can be used to increase the productivity of hatcheries breeding triploid and diploid trout fry.

*Corresponding author:

Fatma DELİHASAN SONAY
Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of
Fisheries, Department of Aquaculture, 53100
Fener, Rize, Türkiye.
✉: fatma.delihasan@erdogan.edu.tr

Keywords: Yolk sac consumption, diploid, light, larvae growth, Salmonidae, triploid.

GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde kültür balıkçılığı gıda üretiminde en hızlı büyüyen sektörler arasında (Yıldırım, & Çantaş, 2022) ve geleceğin protein kaynağı olarak kabul edilmektedir. Diğer tarım ürünlerinde olduğu gibi kültür balıkçılığında ürün miktarını artırmak ve üretim maliyetini

düşürmek için birçok biyoteknolojik uygulamalar kullanılmaktadır (Bromage & Roberts, 1996; Sonay, 2013; Tuzcu, 2017; Sonay & Kavuk, 2023). Kültür balıkçılığında triploid balık üretimi bireylerin kısır olması, daha iyi büyüme performansı, yaşama oranı, yem dönüşüm oranı göstermesi, daha kaliteli balık eti üretimi, doğal popülasyona kaçması durumunda genetik ve ekolojik etkiye zarar

^[*] Bu makale, Mete TUZCU'nun yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This manuscript was produced from Mete TUZCU's master thesis..

vermemesi sebebiyle yoğun olarak uygulanmaktadır (Sonay, 2013; Sonay vd., 2021). Ayrıca, Avrupa Birliği mevzuatına göre (90/220/CEE 23 Nisan 1990) (URL-2) genetiği değiştirilmiş organizma (GDO) olarak kabul edilmemesi triploidizasyon uygulamasını artırmıştır (Piferrer vd., 2009; Yılmaz vd., 2017).

Yüksek yumurta ve larva kalitesine sahip olan alabalıklarda (Bromage vd., 1992), yumurta, larva kalitesi ve büyümeyi etkileyen birçok faktör (su sıcaklığı, tuzluluk, çözülmüş oksijen, balık büyüklüğü, cinsi gelişme, ışık, stoklama yoğunluğu, besin gereksinimlerinin karşılanması, balığın sağlık durumu ve sosyal hiyerarşi, dinamiklik, biyoteknolojik uygulamalar vb.) bulunmaktadır (Başçınar, 2001; Kocabaş, 2009; Tuzcu, 2017). Ayrıca, bu faktörlerden birçoğu larvanın besin kesesi tüketimi ve ilk yemleme zamanı üzerinde de etkilidir.

Farklı alabalık türlerinin farklı çevresel faktörler altında besin kesesi tüketimi çeşitli araştırmacılar tarafından çalışılmıştır: Abant alabalığı (*Salmo abanticus*) (Kocabaş vd., 2011), Atlantik somonu (*Salmo salar*) (Hansen & Møller, 1985; Peterson & Martin-Robichaud, 1995), chinook somonu (Beer & Anderson, 1997), Çoruh alabalığı (*S. coruhensis*) (Tuzcu, 2017), gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) (Başçınar, 2010; Golchinfar vd., 2011; Başçınar & Sonay, 2016), gökkuşağı alabalığı (*Salmo gairdneri*) (Hodson & Blunt, 1986), kahverengi alabalık (*Salmo trutta caspius*) (Kocabaş vd., 2012), deniz alabalığı (*Salmo trutta*) (Hansen, 1985), Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) (Başçınar vd., 2005; Başçınar vd., 2008; Civelek, 2012; Kocabaş vd., 2016), kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*) (Başçınar vd., 2003; Başçınar & Okumuş, 2004; Önder, 2013; Önder vd., 2014; Önder vd., 2016). Ayrıca, Karadeniz alabalığı, kaynak alabalığı ve hibridlerinde (Başçınar vd., 2010) ve Abant alabalığı, kaynak alabalığı ve hibridlerinde (Sonay & Kavuk, 2023) besin kesesi tüketimi çalışmaları yapılmıştır.

Çoruh alabalığı (*S. coruhensis*) Turan vd. (2009) tarafından Karadeniz'in Güneydoğu kıyılarına dökülen akarsu ve nehirlere (batıda Yeşilirmak, doğuda Çoruh nehri) ait yeni bir tür olarak bildirilmiştir (URL-1). Bölgede bulunan birçok işletmede yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Bu çalışmamızda, yumurtadan çıkışa kadar kaynak suyunda kuluçkalanan triploid ve diploid Çoruh alabalığı larvalarının üç farklı aydınlatma ortamında serbest yüzme anına kadar olan besin kesesi tüketimi ve büyüme oranları belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Damızlık Balık Materyali ve Triploidizasyon: Bu çalışmada ortalama boyu $49,5 \pm 10,3$ cm, ağırlığı $1769,8 \pm 835,8$ g olan 10 adet dişi ve ortalama boyu $48,3 \pm 5,0$ cm, ağırlığı $1459,0 \pm 101,1$ g olan 5 adet erkek damızlık Çoruh alabalığı kullanılmıştır. Damızlık balıklar Recep Tayyip

Erdoğan Üniversitesi İyidere Uygulama ve Araştırma Merkezi'nden temin edilmiştir.

Damızlık balıklardan elde edilen yumurtalardan ortalama 5000 adedi döllenikten sonra kuluçka dolabına yerleştirilmiştir. Triploid balık üretimi için ortalama 15000 adet yumurtaya, döllenme işleminden 10 dakika sonra 10 dakika süre ile 28°C sıcaklıkta şok uygulanmıştır. Triploidizasyon uygulaması için 28°C sıcaklık şoku kahverengi alabalıklarda (Crozier & Moffett, 1989; Liu & Quillet, 1989; Quillet vd., 1991; Kalbassi vd., 2009; Kızak vd., 2013; Sonay, 2013; Çakmak vd., 2019; Sonay vd., 2021) farklı çalışmalarla belirlenmiştir. Sıcaklık şoku uygulamasından sonra elde edilen triploid döllenmiş yumurtalar da 40 cm çaplı alüminyum tablaların bulunduğu kuluçka dolaplarına yerleştirilmiştir.

Çoruh alabalığının yumurta çapı $5,4 \pm 0,8$ mm ve çalışma süresince su sıcaklığı ortalama $11,76 \pm 0,65^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür.

Triploid Oranının Belirlenmesi: Yumurtadan çıkan diploid ve triploid prelarvaların bir bölümü triploid oranını belirlemek için büyütülmüştür. Triploid oranını belirlemede eritrosit çap ve çekirdek ölçümü yapılmıştır. Ortalama boy ve ağırlıkları diploidlerde $8,6 \pm 0,49$ cm, $5,46 \pm 0,44$ g, triploidlerde $8,1 \pm 0,99$ cm ve $5,21 \pm 1,75$ g olan yavrulardan kan alınarak froti hazırlanmıştır. Giemsa boyama işleminden sonra eritrosit ölçümleri yapılmıştır (Akhan vd., 2011a; Akhan vd., 2011b). Ploidi oranını belirlemek amacıyla 50 adet diploid ve 50 adet triploid yavru balık kullanılmıştır. Her balık için üç paralel froti hazırlanmış ve her preparattan 50 eritrosit hücresinin ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık şoku ile triploid uygulaması sonucunda $75,25 \pm 0,46$ 'lık triploid oranı belirlenmiştir.

Besin Kesesi Tüketiminin Belirlenmesi: Besin kesesi tüketim araştırması yumurtaların %90'nın açıldığı gün başlatılmıştır. Triploid ve diploid her grupta 500 prelarva olacak şekilde, üç farklı aydınlatmada (normal gün uzunluğu (N), 24 saat aydınlık grubu (24A) ve 24 saat karanlık (24K)), üç tekerrürlü olacak şekilde 10 litre hacme sahip cam akvaryumlara konularak deneme kurulmuştur. 24K için tamamen karanlık ortam oluşturulurken, 24A için florasan lamba kullanılmıştır. Larva örneklemeleri her hafta (477, 545, 625, 704, 782, 864 Gün-Derecelerde) ve rastgele onar adet olarak yapılmıştır. Örneklenen larvalar %10'luk formaldehit içerisinde koyu renk cam şişelerde muhafaza edilmiştir. Örneklemeler larvaların besin keseleri tamamen tükeninceye kadar devam etmiştir. Üç hafta %10'luk formaldehitte fikse edilen larvaların besin keseleri ile vücutları pens ve neşter yardımı ile ayrıştırılarak ayrı ayrı ağırlıkları ölçülmüştür. Kese ve larva vücutları 60°C sıcaklıkta etüvde 48 saat boyunca kurutulmuştur (Hansen, 1985; Hansen & Møller, 1985; Hodson & Blunt, 1986). Kurutulan kese ve larva vücut ağırlıkları ayrı ayrı tekrar

ölçülmüştür. Elde edilen ölçümler sonucunda; boy (L), toplam yaş ağırlık (W_{TYA}), kuru larva ağırlığı (W_{KLA}) ve kuru kese ağırlık (W_{KKA}) değerleri belirlenmiştir (Tablo 1). Kuru besin kesesi tüketimi (BKT; mg/gün), günlük ağırlıkça büyüme oranı (ABO; mg/gün) ve gelişim indeksi (K_D) değerleri aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır (Hodson & Blunt, 1986; Peterson & Martin-Robichaud, 1995; Başçınar, 2008; Başçınar & Sonay, 2016):

$$BKT = (K_0 - K_t) / t$$

$$ABO \text{ (mg/gün)} = (A_t - A_0) / t$$

$$K_D = 10 \times A^{1/3} / B$$

Burada; t: süre (gün), K_0 ve K_t : başlangıç ve t anındaki kesenin kuru ağırlıkları (mg), A_t ve A_0 : başlangıç ve t anındaki larva ağırlıkları, B: Boy (mm), A: Ağırlık (mg)'dir.

Larvaların boy ve toplam yaş ağırlık verileri alındıktan sonra besin kesesi ve larva birbirinden ayrılmaktadır, bu ayırma işlemi esnasında bir miktar sıvı açığa çıkmaktadır. Bu sıvının miktarı tam olarak belirlenememesinden dolayı bazı hesaplamalar için kuru ağırlıklar tercih edilmektedir (Hansen & Møller, 1985; Başçınar vd., 2005; Başçınar & Sonay, 2016).

İstatistiksel Analizler: Çalışma sonunda verilerin değerlendirilmesinde ve analizler için Excel ve SigmaPlot 11.0 paket programları kullanılmıştır. İstatistiksel analizlerde parametrelerinin karşılaştırılması tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ve Duncan testi, ilişkilerin belirlenmesinde ise regresyon analizi, regresyon katsayılarının karşılaştırılmasında kovaryans analizi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yumurtalar 251,02 Gün-Derecede gözlenmiş ve 411,84 Gün-Derecede çıkmıştır. Gözlenme ve çıkış süreleri yönünden triploid ve diploid gruplar arasında istatistiksel fark görülmemiştir ($P>0,05$).

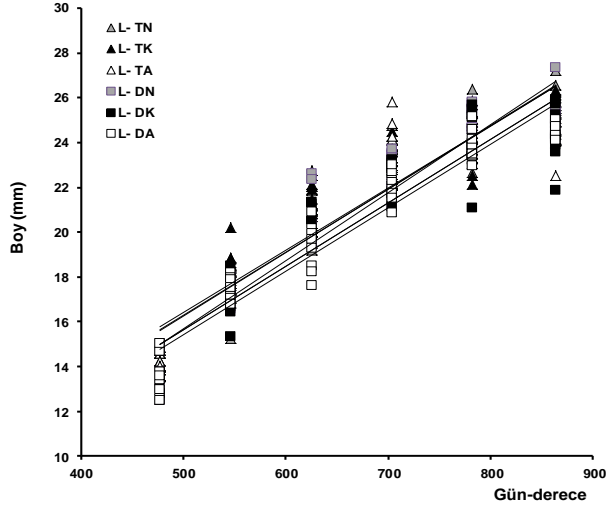
Triploid ve diploid Çoruh alabalığı larvalarında Gün-Derece ile boy (Şekil 1), toplam yaş larva ağırlığı (Şekil 2), kuru larva ağırlığı (Şekil 3) ve kuru kese ağırlığı (Şekil 4) belirlenmiştir. Triploid ve diploid Çoruh alabalığı larvalarının ortalama boy değerlerinde çalışma başında ve sonunda istatistiksel fark ortaya konulmamıştır. Larvaların başlangıç ortalama boy değerleri triploidlerde $14,15 \pm 0,44$ mm, diploidlerde $13,61 \pm 0,75$ mm olarak ölçülürken, çalışma sonunda (864 Gün-Derece) triploidlerde N grubunda $25,38 \pm 1,01$ mm, 24K grubunda $25,33 \pm 0,69$ mm, 24A grubunda $24,76 \pm 0,97$ mm; diploidlerde ise N grubunda $25,33 \pm 0,81$ mm, 24K grubunda $24,65 \pm 1,24$ mm ve 24A grubunda $24,60 \pm 0,33$ mm olarak ölçülmüştür (Şekil 1; Tablo 1; 2).

Çalışma başlangıcında toplam yaş larva ağırlığı triploidlerde $87,54 \pm 10,98$ mg ve diploidlerde $83,47 \pm 10,28$ mg olarak ölçülürken, çalışma sonunda diploid 24K ve 24A

gruplar ile triploid N ve 24A grupları arasında istatistiksel fark ortaya konulurken ($P<0,05$) diğer gruplar benzerlik göstermiştir. En hızlı büyüme $131,70 \pm 12,62$ mg toplam yaş larva ağırlığı ile triploid 24A grupta belirlenmiştir (Şekil 2) (Tablo 1; 2). Elde edilen kuru larva ağırlığı ve kuru kese ağırlık değerleri üzerinde N, 24A ve 24K gruplar içerisinde etkili olmadığı ancak triploid ve diploid larvaların istatistiksel fark ortaya koyduğunu göstermiştir. Triploid larvalar diploidlerden kuru larva ağırlığı yönünden daha yüksek değerlere sahipken, kese ağırlığı olarak daha düşüktür. Triploid larvalar keseyi daha çabuk tüketmiştir ($P<0,05$). Besin kesesi tüketimi ile ilgili benzer çalışmalarda olduğu gibi zamana bağlı olarak larva ağırlığı pozitif yönde (Şekil 3), besin kesesi tüketimi ise negatif yönde (Şekil 4) ilişki ortaya koymuştur (Tablo 1) (Başçınar vd., 2003; Başçınar, 2010; Kocabaş vd., 2011; Kocabaş vd., 2012; Civelek, 2012; Başçınar & Sonay, 2016; Önder vd., 2016; Sonay ve Kavuk, 2023). Ayrıca, zamana bağlı olarak boy, toplam yaş ağırlık, kuru larva ağırlığı ve kuru kese ağırlığı değerleri arasında önemli ilişkiler ve bu ilişkilerle ilgili modeller Tablo 2'de verilmiştir. Triploid ve diploid gruplarda karanlık ışık ortamında tutulan larvalar en düşük ağırlık artışı göstermiştir. Önder vd., (2016) kaynak alabalığında (*S. fontinalis*) en iyi ağırlık artışının 24 saat aydınlık, en düşük ağırlık artışının 24 saat karanlıkta tutulan ortamlarda elde ederken, bu çalışmaların aksine Başçınar & Sonay (2016) gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) larvalarında 24 saat karanlık uygulamasında larvaların daha iyi büyüme ortaya koyduğunu bildirmiştir. Ayrıca farklı türlerin; levrek (*Dicentrarchus labrax*) (Barahona-Fernandes, 1979; Villamizar vd., 2009), Barramundi (Asya levreği) (*Lates calcarifer*) (Barlow vd., 1995), Atlantik morinası (*Gadus morhua*) (Puvanendran & Brown, 2002) farklı ışık şiddetinde besin kesesi tüketimlerinde farklılıklar oluşmuştur.

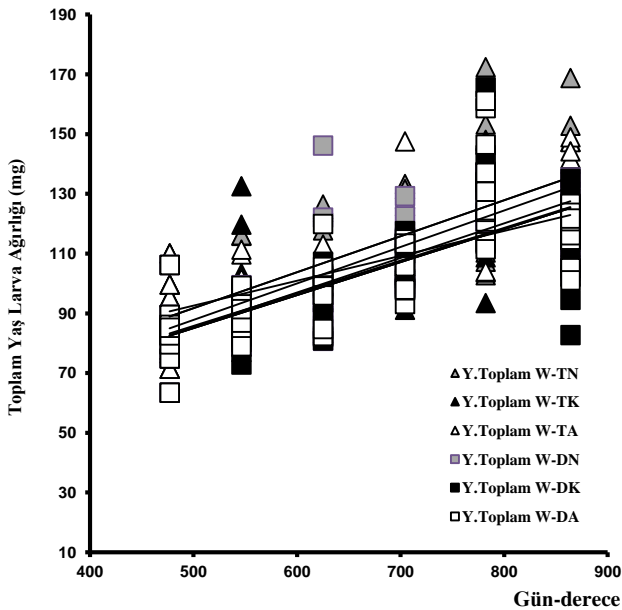
Balık çiftliklerinde kuluçkahanelerin en kritik dönemleri larvanın besin kesesi tüketimi, ilk yemleme zamanı, yeme alıştırma ve çevresel faktörlerdir. Larvaların ilk beslenme zamanı maximum larva ağırlığına ulaştıkları andır (Başçınar, 2010). Bu dönemde büyüme oranı sıfır, yani anabolik ve katabolik oranlar birbirine eşit hale gelmektedir (Beer & Anderson, 1997; Başçınar vd., 2008). Bu dönemden sonra larvanın besin kesesi absorpsiyonu ile elde ettiği enerji, ihtiyacı karşılayamadığından larvanın ağırlığında azalma meydana gelmekte, gelişim indeksi değeri düşmekte ve canlılığın su içeriği artmaktadır (Başçınar vd., 2008). Literatürde larvanın maksimum ağırlığa ulaştığında gösterdiği gelişim indeksi değeri "2" civarında olduğu bildirilmiştir (Peterson & Martin-Robichaud, 1995). Bu çalışmaya ait gelişim indeksi değerleri Tablo 1'de belirtilmiştir. En yüksek gelişim indeksi triploid 24A grupta meydana gelmiştir ($p<0,05$). Daha önce yapılan çalışmalarda farklı Salmonid türlerine ait gelişim indeksi değerleri

belirlenmiştir: Atlantik salmon (*S. salar*) 1,98 (Peterson & Martin-Robichaud, 1995), gökkuşuğu alabalığı (*O. mykiss*) 2,15 (Başçınar, 2010), 1,92 (Başçınar & Sonay, 2016), Abant alabalığı (*S. abanticus*) 2,09 (Kocabaş vd., 2011), 2,15 (Sonay & Kavuk, 2023), Karadeniz alabalığı (*S. t. labrax*) 1,85-1,89 (Başçınar vd., 2008), 2,34 (Civelek, 2012), *S. t. caspius*' da 2,05 (Kocabaş vd., 2012), kaynak alabalığı (*S. fontinalis*) 2,27 (Önder vd., 2013), 1,96-2,02 (Önder vd., 2014), 1,88-1,94 (Önder vd., 2016), 2,24 (Sonay & Kavuk, 2023).



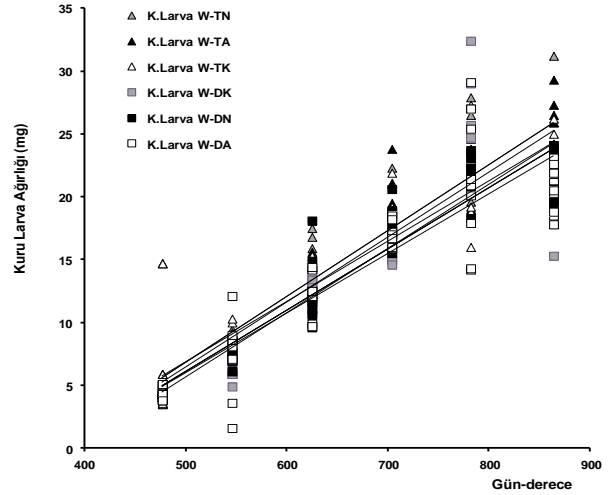
Şekil 1. Triploid ve diploid Çoruh alabalığı larvalarında boy - gün-derece ilişkisi (Boy (L), Triploid (T), Diploid (D), Normal gün uzunluğu (N), 24 saat karanlık (K), 24 saat aydınlık (A)).

Figure 1. Relationship between length - day-degree in triploid and diploid Çoruh trout larvae. (Length (L), Triploid (T), Diploid (D), Normal day length (N), 24 hours dark (K), 24 hours light (A)).



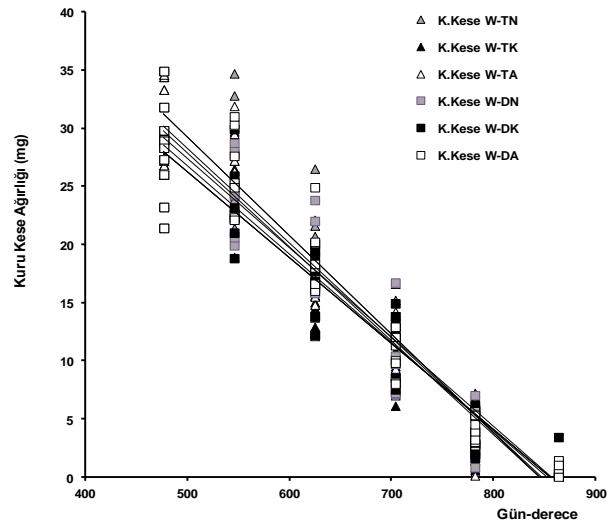
Şekil 2. Triploid ve diploid Çoruh alabalığı larvalarında toplam yaş larva ağırlık - gün-derece ilişkisi (Yaş (Y), Ağırlık (W), Triploid (T), Diploid (D), Normal gün uzunluğu (N), 24 saat karanlık (K), 24 saat aydınlık (A)).

Figure 2. Relationship between total wet larval weight - day-degree in triploid and diploid Çoruh trout larvae (Wet (Y), Weight (W), Triploid (T), Diploid (D), Normal day length (N), 24 hours dark (K), 24 hours light (A)).



Şekil 3. Triploid ve diploid Çoruh alabalığı larvalarında kuru larva ağırlığı - gün-derece ilişkisi (Kuru (K), Ağırlık (W), Triploid (T), Diploid (D), Normal gün uzunluğu (N), 24 saat karanlık (K), 24 saat aydınlık (A)).

Figure 3. Relationship between dry larval weight - day-degree in triploid and diploid Çoruh trout larvae (Dry (K), Weight (W), Triploid (T), Diploid (D), Normal day length (N), 24 hours dark (K), 24 hours light (A)).



Şekil 4. Triploid ve diploid Çoruh alabalığı larvalarında kuru kese ağırlığı - gün-derece ilişkisi (Kuru (K), Ağırlık (W), Triploid (T), Diploid (D), Normal gün uzunluğu (N), 24 saat karanlık (K), 24 saat aydınlık (A)).

Figure 4. Relationship between dry yolk sac weight - day-degree in triploid and diploid Çoruh trout larvae (Dry (K), Weight (W), Triploid (T), Diploid (D), Normal day length (N), 24 hours dark (K), 24 hours light (A)).

SONUÇ

Alabalık yetiştiriciliğinde en yaygın kullanılan biyoteknolojik uygulama triploidizasyon işlemidir. Triploidizasyon uygulaması balıkların farklı dönemlerinde gelişim üzerinde etkili olmaktadır. Bu etkiler daha çok gonadal gelişim ve büyüme üzerinde yoğunlaşmıştır. Ancak, balıkların gelişiminde en önemli dönemlerden biri besin keseli dönemdir. Bu dönemde su sıcaklığı, tuzluluk, çözülmüş oksijen, ışık vb. birçok çevresel faktör kese tüketimi üzerinde etkilidir. Bu çalışmada üç farklı ışık ortamında triploid ve diploid larvaların büyümeleri ve besin kesesi tüketimleri takip edilerek triploid ve diploid Çoruh

alabalığı larvalarının larval gelişimleri belirlenmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda triploid ve diploid Çoruh alabalığı larvalarının toplam yaş ağırlık, kuru larva ağırlığı ve gelişim indeksi değerleri en iyi triploid 24A grupta, daha sonra triploid N grubunda belirlenmiştir.

Bu araştırma sonuçları, alabalık kuluçkahaneleri açısından önemli bilgileri ve uygulamaları ortaya koymakta, teknik uzmanlara tecrübe potansiyeli taşımaktadır. Özellikle triploid ve diploid *S. coruhensis* larvalarının erken yaşam evrelerini optimize etmeye yardımcı olacaktır.

Tablo 1. Çalışma başlangıcı ve sonu boy (L; mm), toplam yaş larva ağırlığı (W_{TYA} ; mg), kuru larva ağırlığı (W_{KLA} ; mg), kuru kese ağırlığı (W_{KKA} ; mg), kuru besin kesesi tüketimi (BKT; mg/gün), günlük ağırlıkça büyüme oranı (ABO; mg/gün) ve gelişim indeksi (K_D) değerleri.

Table 1. Length (L; mm), total wet larvae weight (W_{TYA} ; mg), dry larvae weight (W_{KLA} ; mg), dry yolk sac weight (W_{KKA} ; mg), dry yolk sac consumption rate (BKT; mg/gün), daily weight growth rate (ABO; mg/gün) and development index (K_D) values at the beginning and end of the study.

Çalışma Başlangıcı		Çalışma Sonu		F	P			
Diploid	Triploid	Diploid	Triploid					
L (mm)	13,61±0,75	14,15±0,44		1,98	*			
W_{TYA} (mg)	83,47±10,28	87,54±10,98		0,40	*			
W_{KLA} (mg)	4,34±0,41	5,32±3,20		0,51	*			
W_{KKA} (mg)	28,07±3,72	29,63±3,17		0,55	*			
Çalışma Sonu		Çalışma Sonu		F	P			
Diploid	Triploid	Diploid	Triploid					
L (mm)	25,33±0,81	24,65±1,24	24,60±0,33	25,38±1,01	25,33±0,69	24,76 ±0,97	1,64	*
W_{TYA} (mg)	119,32±8,87 ^{ab}	113,98±15,02 ^a	115,70±9,00 ^a	130,91±19,75 ^b	117,28±10,83 ^a	131,70±12,62 ^b	3,14	**
W_{KLA} (mg)	21,44±1,55 ^a	21,07±2,77 ^a	20,67±1,72 ^a	23,23±3,54 ^b	23,36±2,29 ^b	24,08±3,03 ^b	2,38	**
W_{KKA} (mg)	0,56±0,14 ^a	0,55±0,99 ^a	0,60±0,50 ^a	0,10±0,27 ^b	0,06±0,02 ^b	0,27±0,18 ^b	2,44	**
BKT (mg/gün)	0,80±0,11	0,79±0,12	0,79±0,11	0,84±0,09	0,85±0,09	0,84±0,09	0,71	*
ABO (mg/gün)	1,02±0,38	0,87±0,59	0,92±0,29	1,24±0,70	0,85±0,46	1,26±0,43	1,24	*
K_D	1,94±0,08 ^a	1,96±0,09 ^a	1,98±0,06 ^a	1,99±0,06 ^{ab}	1,93±0,07 ^a	2,05±0,06 ^b	3,51	**

*P>0,05; **P<0,05; ***P<0,001

Tablo 2. Boy, toplam yaş larva ağırlığı, kuru larva ağırlığı ve kuru kese ağırlığı ile zaman (Gün-Derece) arasındaki ilişkiler (Triploid (T), Diploid (D), Normal gün uzunluğu (N), Aydınlık (A), Karanlık (K)).

Table 2. Relationships between length, total wet larvae weight, dry larvae weight and dry yolk sac weight and time (Day-Degree) (Triploid (T), Diploid (D), Normal day length (N), 24 hours light (A), 24 hours dark (K)).

Gruplar	a		R ²
	Boy-Zaman	b	
Boy-DN	0,489	0,030	0,905
Boy-DA	1,259	0,028	0,923
Boy-DK	1,469	0,028	0,871
Boy-TN	2,052	0,028	0,885
Boy-TA	2,260	0,028	0,860
Boy-TK	2,562	0,027	0,875
Toplam yaş larva ağırlığı - Zaman			
Yaş toplam ağırlık-DN	27,365	0,112	0,593
Yaş toplam ağırlık-DA	29,933	0,110	0,529
Yaş toplam ağırlık-DK	31,073	0,109	0,538
Yaş toplam ağırlık-TN	31,544	0,120	0,531
Yaş toplam ağırlık-TA	50,900	0,083	0,432
Yaş toplam ağırlık-TK	26,626	0,122	0,632
Kuru larva ağırlığı - Zaman			
Kuru larva ağırlığı-DN	-18,202	0,049	0,903
Kuru larva ağırlığı-DA	-19,915	0,051	0,828
Kuru larva ağırlığı-DK	-17,703	0,047	0,808
Kuru larva ağırlığı-TN	-19,455	0,053	0,825
Kuru larva ağırlığı-TA	-17,133	0,048	0,857
Kuru larva ağırlığı-TK	-19,471	0,052	0,877
Kuru kese ağırlığı - Zaman			
Kuru kese ağırlığı-DN	64,742	-0,076	0,929
Kuru kese ağırlığı-DA	63,236	-0,074	0,928
Kuru kese ağırlığı-DK	65,875	-0,077	0,934
Kuru kese ağırlığı-TN	71,567	-0,085	0,928
Kuru kese ağırlığı-TA	68,285	-0,081	0,939
Kuru kese ağırlığı-TK	69,067	-0,082	0,931

Regresyon: $Y = a + bx$, a: sabit değer, b: eğim

TEŞEKKÜR

Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiş ve Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi BAP tarafından 2014.103.02.01 nolu proje ile desteklenmiştir. Bu verilerin küçük bir bölümü II. Ulusal Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Gamet Biyolojisi Çalıştayı (19-21 Nisan 2016, Muğla)'nda sözlü olarak sunulmuştur. Bu çalışmada, laboratuvar çalışmalarında ve verilerin analizinde bana

yardımcı olan Prof. Dr. Nadir BAŞÇINAR ve Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU'na teşekkür ederim

ETİK ONAY

Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Hayvan Denepleri Yerel Etik Kurulu onayı (Karar No: 2014/30) ile gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akhan, S., Serezli, R. & Delihasan Sonay, F. (2011a).** Hematology of diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Black Sea trout (*Salmo labrax* Pallas, 1814) and their F1 hybrids. *The Israeli Journal of Aquaculture, Bamidgeh*, **63**, 4. DOI: [10.1111/j.1365-2109.2010.02755.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02755.x)
- Akhan, S., Delihasan Sonay, F., Okumus, I., Köse, Ö. & Yandi, I. (2011b).** Inter-specific hybridization between Black Sea trout (*Salmo labrax* Pallas, 1814) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). *Aquaculture Research*, **42**, 1632-1638. DOI: [10.1111/j.1365-2109.2010.02755.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02755.x)
- Barahona-Fernandes, M.H. (1979).** Some effects of light intensity and photoperiod on the sea bass larvae (*Dicentrarchus labrax* (L.) reared at the Centre Oceanologique de Bretagne. *Aquaculture*, **17** (4), 311-321. DOI: [10.1016/0044-8486\(79\)90086-3](https://doi.org/10.1016/0044-8486(79)90086-3)
- Barlow, C.G., Pearce, M.G., Rodgers, L.J. & Clayton, P. (1995).** Effects of photoperiod on growth, survival and feeding periodicity of larval and juvenile barramundi *Lates calcarifer* (Bloch). *Aquaculture*, **138**(1-4), 159-168. DOI: [10.1016/0044-8486\(95\)01073-4](https://doi.org/10.1016/0044-8486(95)01073-4)
- Başçınar, N. (2001).** *Kaynak Alabalığının (Salvelinus fontinalis Mitchell, 1814) Doğu Karadeniz Koşullarında Tatlısu ve Deniz Suyunda Kültür Potansiyelinin İrdelenmesi: Optimum Çevre İstekleri, Döl Verimi, Beslenme ve Büyüme Özellikleri*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 113s.
- Başçınar, N., Okumuş, I. & Serezli, R. (2003).** The development of brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814) embryos during the yolk sac period. *Turkish Journal of Zoology*, **27**, 227-230. DOI: [journals.tubitak.gov.tr/zoology/vol27/iss3/8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90355-O)
- Başçınar, N. & Okumuş, I. (2004).** The early development of brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill): survival and growth rates of alevins. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* **28**, 297-301. DOI: [journals.tubitak.gov.tr/veterinary/vol28/iss2/8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90355-O)
- Başçınar, N., Aksungur, N. & Çakmak, E. (2005).** Yolk sac consumption and growth rates of Black Sea trout alevins (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) at three different water temperature regimes. *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, **22**(3-4), 403-406. (In Turkish). DOI: [10.12714/egejfas.2005.22.3.5000156942](https://doi.org/10.12714/egejfas.2005.22.3.5000156942)
- Başçınar, N., Çakmak, E. & Aksungur, N. (2008).** Length increasing, maximum alevin weight, and development indices of Black Sea trout alevins (*Salmo trutta labrax* PALLAS 1811) in three different water temperature regimes. *Journal of Eğirdir Fisheries Faculty of Süleyman Demirel University*, **4**, 1-2. DOI: [10.12714/egejfas.2005.22.3.5000156942](https://doi.org/10.12714/egejfas.2005.22.3.5000156942)
- Başçınar, N. (2010).** Effect of low salinity on yolk sac absorption and alevin wet weight of rainbow trout larvae (*Oncorhynchus mykiss*). *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, **62**(2), 116-121. DOI: [10.46989/001c.20581](https://doi.org/10.46989/001c.20581)
- Başçınar, N., Atasaral, Ş.Ş., Kocabaş, M. & Okumuş, I. (2010).** Comparison of hatching performances and yolk sac absorptions of Black Sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811), brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814) and their hybrid. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, **16**(Suppl-B): S205-S209. DOI: [10.9775/kvfd.2009.1226](https://doi.org/10.9775/kvfd.2009.1226)
- Başçınar, N. & Sonay, F.D. (2016).** Effects of photoperiod regime on growth and efficiency of yolk utilization in yolk-sac fry of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Pakistan Journal of Zoology*, **48**(6), 1757-1761.
- Beer, W.N. & Anderson, J.J. (1997).** Modelling the growth of Salmonid embryos. *Journal of Theoretical Biology*, **189**, 297-306. DOI: [10.1006/jtbi.1997.0515](https://doi.org/10.1006/jtbi.1997.0515)
- Bromage, N., Jones, J., Randall, C., Thrush, M., Davies, B., Springate, J., Duston, J. & Barker, G. (1992).** Broodstock management, fecundity, egg quality and timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, **100**, 141-166. DOI: [10.1016/0044-8486\(92\)90355-O](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90355-O)
- Bromage, N.R. & Roberts, R.J. (1996).** *Broodstock management and egg and larval quality*. Blackwell Science, Oxford, UK, 436.
- Civelek, R.O. (2012).** *Karadeniz Alabalığı (Salmo trutta labrax Pallas, 1811) Larvalarının Düşük Tuzluluklarda Besin Kesesi Tüketimi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 54 s.
- Crozier, W.W. & Moffett, I.J.J. (1989).** Experimental production of triploid brown trout, *Salmo trutta* L., using heat shock. *Aquaculture & Fisheries Management*, **20**, 343-353. DOI: [10.1111/j.1365-2109.1989.tb00362.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1989.tb00362.x)
- Çakmak, E., Çankırılıgil, E.C., Düzgüneş, Z.D., Özel, O.T., Eroğlu, O. & Firdin, Ş. (2019).** Triploid Black Sea trout (*Salmo labrax* Pallas, 1814) induced by heat shock and evaluation of triploidy

- with different techniques. *Genetics of Aquatic Organisms*, 3(1), 01-07. DOI: 10.4194/2459-1831-v3_1_01
- Golchinfar, F., Zamani, A., Hajimoradloo, A. & Madani, R. (2011).** Assessment of digestive enzymes activity during the fry development of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*: from hatching to primary stages after yolk sac absorption. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(3), 403-414. DOI: 20.1001.1.15622916.2011.10.3.4.7
- Hansen, T. (1985).** Artificial hatching substrate: Effect on yolk absorption, mortality and growth during first feeding of sea trout (*Salmo trutta*). *Aquaculture*, 46(1985), 275-285. DOI: 10.1016/0044-8486(85)90105-X
- Hansen, T.J. & Møller, D. (1985).** Yolk absorption, yolk sac constrictions, mortality, and growth during first feeding of atlantic salmon (*Salmo salar*) Incubated on Astro-turf. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42, 1073-1078. DOI: 10.1139/f85-133
- Hodson, P.V. & Blunt, B.R. (1986).** The effect of time from hatch on the yolk conversion efficiency of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Journal of Fish Biology*, 29, 37-46. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1986.tb04924.x
- Kalbassi, M.R., Dorafshan, S., Pourkazemi, M. & Amiri, B.M. (2009).** Triploidy induction in the Caspian Salmon, *Salmo trutta caspius*, by heat shock. *Journal of Applied Ichthyology*, 25, 104-107. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2008.01177.x
- Kızak, V., Güner, Y., Türel, M. & Kayım, M. (2013).** Comparison of growth performance, gonadal structure and erythrocyte size in triploid and diploid brown trout (*Salmo trutta fario* L, 1758). *Turkish Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 13, 571-580. DOI: 10.4194/1303-2712-v13_4_02
- Kocabaş, M. (2009).** *Türkiye Doğal Alabalık (Salmo trutta) Ekotiplerinin Kültür Şartlarında Büyüme Performansı ve Morfolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 203s.
- Kocabaş, M., Başçınar, N., Şahin, S.A., Kutluyur, F. & Aksu, O. (2011).** Hatching performance and yolk sac absorption of Abant trout (*Salmo abanticus*, T., 1954). *Scientific Research and Essays*, 6(23), 4946-4949. DOI: 10.5897/SRE11.677
- Kocabaş, M., Başçınar, N., Şahin, Ş.A. & Kutluyur, F. (2012).** Hatching performances and yolk sac absorptions of Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius* T., 1954). *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(1), 88-92. ISSN:1018-7081
- Kocabaş, M., Başçınar, N., Şahin, S.A. & Kutluyur, F. (2016).** Determination of hatching performances and yolk sac absorptions in Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811). *Austin Biology*, 1(1), 1003.
- Liu, F.G. & Quillet, E. (1989).** Preliminary results on triploidy induced by heat shocks in the brown trout (*Salmo trutta*). *Journal of the Fisheries Society of Taiwan (JFST)*, 16(2), 91-95.
- Önder, M.Y. (2013).** *Kaynak Alabalığı (Salvelinus fontinalis Mitchell, 1814) Larvalarının Aydınlık ve Karanlıkta Besin Kesesi Tüketimi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 63s.
- Önder, M.Y., Başçınar, N. & Sonay, F.D. (2014).** Effect of feeding to yolk sac consumption in brook trout (*Salvelinus fontinalis*, Mitchell, 1814) Alevin. *Menba Journal of Fisheries Faculty*, 3, 1-7. SSN: 2147-2254.
- Önder, M.Y., Başçınar, N., Khan, U. & Sonay, F.D. (2016).** Effect of photoperiod on growth and efficiency of yolk-sac utilization in alevins of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Pakistan Journal of Zoology*, 48(2), 533-537.
- Peterson, R.H. & Martin-Robichaud, D.J. (1995).** Yolk utilization by Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) alevins in response to temperature and substrate. *Aquacultural Engineering*, 14, 85-99. DOI: 10.1016/0144-8609(94)P4428-E
- Piferrer, F., Beaumont, A., Falguière, J.C., Flajšhans, M., Haffray, P. & Colombo, L. (2009).** Polyploid fish and shellfish: Production, biology and applications to aquaculture for performance improvement and genetic containment. *Aquaculture*, 293, 125-156. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2009.04.036
- Puvanendran, V. & Brown, J.A. (2002).** Foraging, growth and survival of Atlantic cod larvae reared in different light intensities and photoperiods. *Aquaculture*, 214, 131-151. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00045-5
- Quillet, E., Foisil, L., Chevassus, B., Chourrout, D. & Liu, F.G., (1991).** Production of all-triploid and all-female brown trout for aquaculture. *Aquatic Living Resources*, 4, 27-32. DOI: 10.1051/alr:1991002
- Sonay, F.D. (2013).** *Triploid Karadeniz Alabalığı (Salmo trutta labrax Pallas,1811) Üretimi ve Büyüme Potansiyeli ve Et Kalitesinin Belirlenmesi*.

Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 154s.

- Sonay Delihasan, F., Başçınar, N. & Akhan, S. (2021).** Triploid Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax*) Production by Using Heat Shocks and Determination of Incubation Performance. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, **6**(4), 635-641. DOI: [10.35229/jaes.957507](https://doi.org/10.35229/jaes.957507)
- Sonay, F. & Kavuk, Z. (2023).** Determination of hatching performance, yolk-sac absorption, and larval growth rates in Abant trout (*Salmo trutta abanticus*), brook trout (*Salvelinus fontinalis*), and their hybrids. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, **74**(1), 5177–5184. DOI: [10.12681/jhvms.28082](https://doi.org/10.12681/jhvms.28082)
- Turan, D., Kottelat, M. & Engin, S. (2009).** Two new species of trouts, resident and migratory, sympatric in streams of northern Anatolia (Salmoniformes: Salmonidae). *Ichthyol. Explor. Freshwat.* **20**(4), 333-364.
- Tuzcu, M. (2017).** *Diploid Ve Triploid Çoruh Alabalığı (Salmo coruhensis) Larvalarının Farklı Işık Şiddetinde Besin Kesesi Tüketiminin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, 90s.
- URL-1.** <https://www.fishbase.se/summary/Salmo-coruhensis.html> (12.07.2023).
- URL-2.** <https://faolex.fao.org/docs/pdf/eur18656.pdf> (08.09.2023).
- Villamizar, N., García-Alcazar, A. & Sánchez-Vázquez, F. (2009).** Effect of light spectrum and photoperiod on the growth, development and survival of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Aquaculture*, **292**, 80-86. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2009.03.045](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.03.045)
- Yıldırım, Ö. & Çantaş, İ. B. (2022).** Türkiye’de Gökkuşluğu Alabalığı yetiştiriciliğinin üretim ve ekonomik göstergelerinin incelenmesi. *Acta Aquatica Turcica*, **18**(4), 461-474. DOI: [10.22392/actaquatr.1101098](https://doi.org/10.22392/actaquatr.1101098)
- Yılmaz, S., Çelik, E.Ş., Kenanoğlu, O.N. & Ergün, S. (2017).** Asidik stresin triploid ve diploid gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nin hematolojik, immunolojik ve biyokimyasal kan parametreleri üzerine etkileri. *Alinteri Journal of Agricultural Sciences*, **32**(2),17-24. DOI: [10.28955/alinterizbd.320262](https://doi.org/10.28955/alinterizbd.320262)