



Salmonidlerde Besin Kesesi Tüketimine Etki Eden Faktörler: Tür, Sıcaklık, Tuzluluk ve Fotoperiyot

Nadir BAŞÇINAR¹ Fatma DELİHASAN SONAY^{2*}

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü, 61530 Çamburnu, Sürmene, Trabzon

²Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 53100 Fener, Rize, Türkiye



Geliş Tarihi: 26.06.2023

Kabul Tarihi: 17.08.2023

Basım Tarihi: 30.09.2023

Atıf yapmak için: Başçınar, N. & Delihasan Sonay, F. (2023). Salmonidlerde besin kesesi tüketimine etki eden faktörler: Tür, sıcaklık, tuzluluk ve fotoperiyot. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 8(3), 374-382. <https://doi.org/10.35229/jaes.1320294>

How to cite: Başçınar, N. & Delihasan Sonay, F. (2023). Factors Affecting of Yolk Sac Absorption in Salmonids: Species, Temperature, Salinity and Photoperiod. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 8(3), 374-382. <https://doi.org/10.35229/jaes.1320294>

 <https://orcid.org/0000-0002-0511-4782>
 <https://orcid.org/0000-0002-5295-0871>

***Sorumlu yazarın:**

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

Öz: Akuakültür uzmanları balık larvalarının besin kesesi tüketimleri ile yakından ilgilenmektedir, çünkü erken büyüme ve gelişme, nihai kuluçka verimini ve ticari balıkçılığa katılan birey sayısını etkilemektedir. Bu derlemede, bazı Salmonidlerin besin kesesi tüketimine etki eden tür, sıcaklık, tuzluluk, fotoperiyot gibi faktörleri irdeleyen çalışmalarını bir araya getirmek ve ilerleyen dönemlerde yapılacak çalışmalara ışık tutmak amaçlanmıştır. Salmonid balıklar yetiştiriciliği yapılan diğer türlere göre yüksek yumurta ve larva kalitesine sahip türlerdir. Yumurtadan larva çıkışı döneminden sonra ise larvanın besin kesesi tüketimi, ilk yemleme zamanı, yeme alıştırma ve çevresel faktörler önem arz etmektedir. Bazı çalışmalarda farklı salmonid türlerinin besin kesesinin tüketilmesi ve farklı çevresel faktörlerin besin kesesi tüketimi arasındaki ilişkiler üzerine araştırmalar yapılmıştır. Bu derleme çalışmasında, Gökkuşuğu alabalığı, Atlantik salmonu, kaynak alabalığı, Karadeniz alabalığı başta olmak üzere, bazı Salmonidlerle besin kesesi tüketimi üzerine yapılan çalışmalardan örnekler verilmeye çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Besin kesesi tüketimi, kuluçka, model, Salmonidae, sıcaklık.

Factors Affecting of Yolk Sac Absorption in Salmonids: Species, Temperature, Salinity and Photoperiod

Abstract: Aquaculturists are primarily interested in yolk sac consumption of fish larvae, because of the early growth and developmental affect the final hatching yield and the number of individuals participating in commercial fisheries. In this review, it is aimed to bring together studies examining factors such as species, temperature, salinity, photoperiod, which affect the yolk sac consumption of some Salmonids and to shed light on future studies. Salmonids are species with higher egg and larva quality compared to other fishes. After the larval hatching period from the egg, the yolk sac consumption of the larva, the first feeding time, feeding habits and environmental factors are important. In some studies, the yolk sac consumption of different salmonid species and relationships between different environmental factors and the yolk sac consumption have been investigated. In the present review, examples of studies on the yolk sac consumption with some Salmonids, particular focus on Rainbow trout, Atlantic salmon, brook trout, and Black Sea trout, are given.

Keywords: Yolk sac consumption, hatching, model, Salmonidae, temperature.

GİRİŞ

Dünya genelinde ticari Salmonid üretimi yaklaşık bir buçuk asır önce Batı dünyasında başlamıştır ve giderek tüm dünyaya yayılmıştır. Ülkemiz kültür balıkçılığı üretimi hızla artmakta (Yıldırım & Çantaş, 2022) ve geleceğin protein kaynağı olarak kabul edilmektedir. Su ürünleri istatistiklerine göre 2022 yılında kültür üretimi 514.805 ton olarak gerçekleşmiş ve bunun 191.103 tonunu Salmonidler (alabalıklar) oluşturmuştur (TUİK, 2023).

Balıkçılık endüstrisinde, diğer endüstriler de olduğu gibi ürün miktarını artırmak ve üretim maliyetini düşürmek için biyolojik teknikler ve uygulamalardan yararlanılmaktadır (Sonay & Kavuk, 2023). Salmonidler uzun kuluçka periyodu ve besin kesesi tüketimi dönemine sahip türlerdir. Bu sürenin larvaların (alevin) enerji kullanımı, hayatta kalma başarısı ön plana alınarak verimli şekilde aşılması gereklidir.

Akuakültür uzmanları larvaların besin kesesi tüketimleri ile yakından ilgilenmektedir, çünkü erken büyüme ve gelişme, nihai kuluçka verimini ve hasat edilen birey sayısını etkilemektedir. Bu durum; yumurtlama, üreme ve yetiştirmede finansal ve biyolojik ilgi ile sonuçlanmıştır (Blaxter, 1988).

Embriyo veya larvalar için bir besin deposu görevi gören besin kesesinin; içinde hiçbir metabolik aktivitenin meydana geldiği varsayılmaz. Ayrıca besin kesesi, enerji sağlamanın yanı sıra hormon ve enzimlerin de kaynağıdır (Kamler, 1992; Kamler, 2008). Besin kesesinin bileşenleri arasında kese trombositleri ve esas olarak trigliseritleri içeren yağ kürecikleri mevcuttur (Heming & Buddington, 1988).

Beer ve Anderson (1997) larva büyümesi altında yatan mekanizmayı, biyolojik ilkeleri, besin akışını ve matematiksel modellemeyi aşağıdaki gibi özetlemiştir.

(1) Besin kesesi tüketim oranı, emici tabakanın yüzey alanının bir fonksiyonudur,

(2) Kese tükendikçe yüzey alanı değişir,

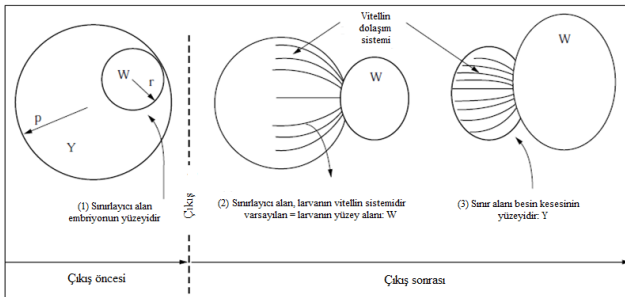
(3) Sıcaklık, kese tüketimini etkileyen en önemli abiyotik değişkendir.

Bertalanfy (1957), Ricker (1979) ve Beer ve Anderson (1997)'a göre kütle dengesi modelinde; kütle emiliminin (anabolizma) ve kaybının (katabolizma) larvanın kütlesi ile bir güç arasında orantılı olduğunu varsaymaktadır. Buna göre, anabolizma ve katabolizma arasındaki farka eşit olan büyüme bir eşitlikle kontrol edilebilmektedir:

$$\frac{dw}{dt} = aw^{2/3} - bw \dots\dots\dots (1)$$

Burada w canlı ağırlığıdır.

Yukarıdaki denkleme göre, anabolizma terimi bir alanla orantılı olan ağırlığın 2/3'lük bir kuvveti, katabolizma terimi ise ağırlığın bir fonksiyonu olarak bildirilmiştir. Bu eşitlik besin arzını göz ardı ettiği için eleştirilmiştir (Ricker, 1979). Serbest yüzen balıklar için bu eleştiri kabul edilebilir, ancak besin kesesi ve larvanın sistemsel bütünlüğü söz konusu olduğunda, kesenin yüzey alanı ve besin miktarı açıkça formüle edilebildiğinden bu sorunun üstesinden gelinmektedir (Şekil 1) (Beer & Anderson, 1997).

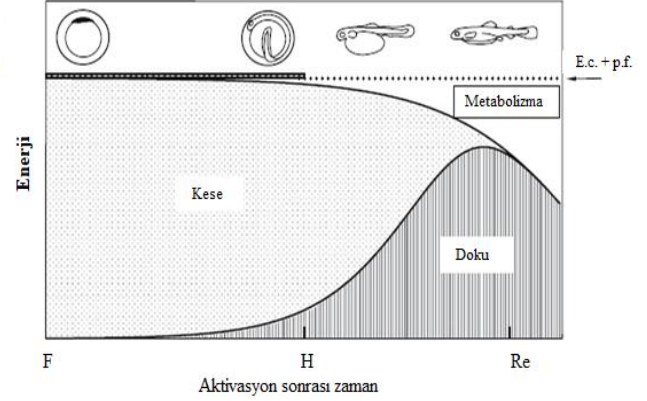


Şekil 1. Denklem için geçerli olan ilk üç durumun şekilsel gösterimi: (1) yumurtadan çıkış öncesi, (2) yumurtadan çıktıktan sonra, (3) yüzey alanını sınırladıktan sonra besin kesesi tarafından tanımlanır (Beer & Anderson, 1997).

Figure 1. Schematic diagram of the first three cases for equation: (1) before hatching, (2) after hatching, (3) following the delimitation of the surface area (Beer & Anderson, 1997).

Kamler (2008)' göre besin kesesinden emilen enerji (C_Y), yeni oluşan dokuya transfer edilen enerji (P), solunumda harcanan enerji (R) ve azotlu atılım (U) (larvalarda dış beslenmenin başlamasından önce dışkı atılmaz, ancak azotlu atılım olarak az miktarda enerji atılır) olarak paylaşılır (Şekil 2) (Kamler, 2008).

$$C_Y = P + R + U \dots\dots\dots (2)$$

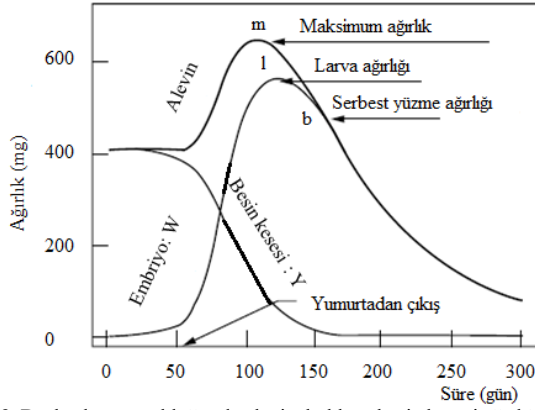


Şekil 2. Erken ontogeneze döneminde balık yumurtası enerji paylaşımının şematik gösterimi (F: Yumurtanın döllenmesi, H: Çıkış, Re: Besin kesesi tüketiminin sonu, E.c. + p.f.: Yumurta kapsüllerinin ve yumurtadan çıkış sırasında atılan perivitellin sıvının enerjisi) (Kamler, 2008).

Figure 2. A schematic illustration of fish egg energy sharing in early ontogenesis period (F: Fertilization of the egg, H: Hatching, Re: End of yolk sac consumption, E.c. + p.f.: the energy of the egg capsules and perivitelline fluid expelled during hatching (Kamler, 2008).

Besin kesesi tüketimi mekanizması üzerine, kese temas yüzey alanı, kese tüketimi sonucu yüzey alanı değişimleri ve abiyotik faktörler (su sıcaklığı vb.) etkili olmaktadır (Heming & Buddington, 1988). Balıkların doğal yumurtlama alanları ve bu alanlardaki su sıcaklığı farklılıkları, yumurta ve alevinlerin yaşama oranını etkilenmektedir (Murray & Beacham, 1987). Alevin ağırlığı ilk besleme dönemi için önem arz etmektedir. Maksimum alevin ağırlığı dönemi ilk besleme yapılması gereken zaman olarak kabul edilmektedir. Yani, maksimum alevin ağırlığına ulaşıldığında büyüme oranı sıfırdır, yani anabolik ve katabolik oranlar birbirine eşittir (Beer & Anderson, 1997). Daha sonraki dönemde besin kesesi emilimi ile elde edilen enerji, gereksinimi karşılayamadığından alevin ağırlık kaybetmekte (Beer & Anderson, 1997), gelişim indeksi değeri düşmekte ve larvanın su içeriği artmaktadır (Peterson & Martin-Robichaud, 1995). İlk beslenmenin uygun zamanda yapılmaması durumunda ölüm oranı daha da artmaktadır (Başçınar vd., 2005). Larvanın, yumurtadan çıkışını izleyen dönemde büyümesini ve ağırlık kaybını (örneğin chinok salmonu) karakteristik bir parametre seti kullanılarak stimüle eden yaklaşımlar mevcuttur (Şekil 3).

Bu derlemede, bazı Salmonid türlerin besin kesesi tüketimine etki eden tür, sıcaklık, tuzluluk, fotoperiyot gibi faktörleri irdeleyen çalışmaları bir araya getirmek ve ilerleyen dönemlerde yapılacak çalışmalara ışık tutmak amaçlanmıştır.



Şekil 3. Dış beslenme yokluğunda alevin, balık ve besin kesesi ağırlığındaki değişimlerin gösterimi (m: maksimum ağırlık, l: maksimum larva ağırlığı, b: serbest yüzme ağırlığı) (Beer & Anderson, 1997).

Figure 3. Significant shift in the weight of the alevin, fish and yolk sac without external nutrition (m: The maximum weight, l: The maximum larva weight, b: The free swimming weight) (Beer & Anderson, 1997).

BESİN KESESİ TÜKETİMİ ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN EŞİTLİKLER VE MATEMATİKSEL MODELLER

Salmonidlerde besin kesesi tüketimini araştıran çalışmalarda; günlük boyca ve ağırlıkça büyüme oranları, günlük kuru besin kesesi tüketimi, gelişim indeksi, besin kesesi değerlendirme randımanı, bir (1) mg besin kesesi tüketimi ile kazanılan yaş larva ağırlığı, su ve kurumadde oranları sıklıkla hesaplanmaktadır (Hodson & Blunt, 1986; Peterson & Martin-Robichaud, 1995; Başçınar, 2005). Aşağıda geçen hesaplamalara ait eşitlikler aşağıda verilmiştir:

- Günlük boyca büyüme oranı (BBO; mm/gün ve %):
 $BBO (mm/gün) = (B_t - B_0) / t$ 3
 $BBO (%) = 100 \times (\ln B_t - \ln B_0) / t$ 4
- Günlük ağırlıkça büyüme oranı (ABO; mg/gün ve %):
 $ABO (mg/gün) = (A_t - A_0) / t$ 5
 $ABO (%) = 100 \times (\ln A_t - \ln A_0) / t$ 6
- Kuru besin kesesi tüketimi (BKT; mg/gün):
 $BKT = (K_0 - K_t) / t$ 7
- Gelişim indeksi (K_D):
 $K_D = 10 \times A^{1/3} / B$ 8
- Besin kesesi değerlendirme randımanı (KDR):
 $KDR = (L_t - L_0) / (K_0 - K_t)$ 9
- Bir mg besin kesesi tüketimi ile kazanılan yaş larva ağırlığı (KY_{A_k}): $KY_{A_k} = (L_{y_t} - L_{y_0}) / (K_{y_0} - K_{y_t})$ 10
- Su oranı (%) = (Yaş alevin ağırlığı - Kuru alevin ağırlığı) x 100 / Yaş alevin ağırlığı 11
- Kuru madde oranı (%) = 100 - Su Oranı 12

Burada; t: süre (gün), L_0 ve L_t : başlangıç ve t anındaki larvanın kuru ağırlıkları (mg), K_0 ve K_t : başlangıç ve t anındaki kesenin kuru ağırlıkları (mg), B: Boy (mm), A: Ağırlık (mg), L_{y_0} ve L_{y_t} başlangıç ve t anındaki larvanın yaş ağırlıkları (mg), ($K_{y_0} - K_{y_t}$) başlangıç ve t anındaki kesenin yaş ağırlıkları (mg)'dir. Kuru ağırlıkların tercih nedeni, besin kesesinin ayrılması esnasında bir miktar sıvının dışarı akması ve miktarının bu nedenle belirlenememesidir (Hansen & Møller, 1985).

Yukarıdaki eşitlikler yardımıyla elde edilen veriler, besin kesesi tüketimi zamanına bağlı olarak (gün veya gün-

derece) grafiklere yansımakta ve matematiksel modellerde kullanılmaktadır. Bu modeller çoğunlukla;

$$\text{Regresyon: } Y = a + bX + \varepsilon \text{ (13)}$$

$$\text{Polinom : } Y = a + b_1X + b_2X^2 + \varepsilon \text{ (14)}$$

$$\text{Logaritmik : } Y = a + b \log X + \varepsilon \text{ (15)}$$

olarak çalışmalarda yer almaktadır.

Burada modellerde; a: sabit değer, b: eğim ve ε : hata'dır. Modellerin istatistiksel olarak geçerlilikleri varyans analizi (ANOVA) yapılarak kontrol edilmektedir. Balıklarda zamana bağlı olarak büyüme üssel bir denklem olmasına karşın, alevinlerin büyüme grafiklerinde doğrusal eşitliklerle rastlanmasının nedeni, canlının tüm hayatı içerisinde sadece larval evresini kapsayan kısa dönemin irdelenmesidir.

BESİN KESESİ TÜKETİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Balıklarda büyüme etkileyen birçok abiyotik ve biyotik faktörler vardır. Yetiştiriciliği yapılan türlerin büyümesinde kültür koşullarında 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. olarak sınıflandırılabilir. Yetiştiriciliğin en önemli adımlarından biri olan besin kesesi tüketiminde ise tür, yumurta büyüklüğü, sıcaklık, tuzluluk, ışık, kimyasallar vb. olarak bildirilmiştir (Başçınar, 2001; Kocabaş, 2009; Tuzcu, 2017).

Yetiştiriciliği yapılan türlerin kuluçka uygulamalarında uygun çevresel faktörler, kaliteli yumurta ve larva istenir. Kaliteli larvanın oluşması için kaliteli yumurtaya ihtiyaç duyulmaktadır. Kaliteli yumurta; döllenme, gözlenme, çıkış ve dış beslenmeye başlama evrelerinde yüksek yaşama oranına sahip olan ve hızlı büyüyen, sağlıklı yavru üreten yumurta olarak ifade edilmektedir. Bu özelliklere sahip yumurtaların elde edilmesi için kaliteli damızlıklara yetiştirilmelidir. Salmonid balıklar yetiştiriciliği yapılan diğer türlere göre yüksek yumurta ve larva kalitesine sahip türlerdir (Bromage vd., 1992).

Yumurta kalitesi üzerine yumurta büyüklüğü, mikrobiyal kolonizasyon, damızlık stoğun kalitesi (genetik yapısı, beslenmesi, bakımı, hastalık, stres vb.) ve yumurtanın olgunlaşma süreci etkili olabilir. Çiftliklerde uygulanan kuluçkahane uygulamalarında salmonidlerin döllenme, gözlenme ve çıkış oranları yumurta ve larva kalitesinin göstergeleri olarak kullanılmaktadır (Civelek, 2012). Yumurtadan larva çıkışı döneminden sonra ise larvanın besin kesesi tüketimi, ilk yemleme zamanı, yeme alıştırma ve çevresel faktörler önem arz etmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda farklı salmonid türlerinin besin kesesi tüketimi ortaya konulurken, farklı çevresel faktörlerde de besin kesesi tüketimi araştırmaları yapılmıştır (Tablo 1; Tablo 2). Alabalık türlerinde besin kesesi süresinin

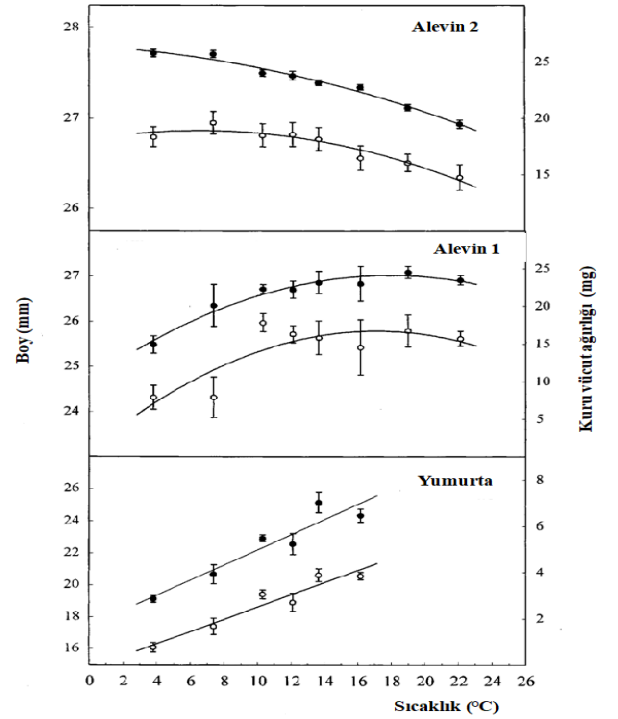
kısaltılması sonucu gelişim evreleri hızlanır, yem alımı erken başlar ve büyüme daha hızlı gerçekleşir.

Farklı salmonid türleri üzerinde besin kesesi tüketimi çalışmaları yapılmıştır. Bunlar; Abant alabalığı (*Salmo abanticus*) (Kocabaş vd., 2011; Sonay & Kavuk, 2023), Atlantik salmon (*Salmo salar*) (Hansen & Møller, 1985; Peterson & Martin-Robichaud, 1995), chinook salmon (Beer & Anderson, 1997), Çoruh alabalığı (*Salmo coruhensis*) (Tuzcu, 2017), gökkuşacağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) (Başçınar, 2010; Golchinfar vd., 2011; Başçınar & Sonay, 2016), gökkuşacağı 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; Başçınar vd., 2010; Civelek, 2012; Kocabaş vd., 2016; Sonay & Kavuk, 2023), kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*) (Başçınar vd., 2003; Başçınar & Okumuş, 2004; Başçınar vd., 2010; Önder, 2013; Önder vd., 2014; Önder vd., 2016).

Sıcaklık: Su sıcaklığı balıkların metabolik ve enzim aktivitesi üzerinde etkili olduğu için tüm yaşam dönemlerinde özellikle erken gelişim döneminde (yumurtlama, yumurtadan çıkış ve ilk beslenme) önemli çevresel faktörlerden bir tanesidir (Marr, 1966). Zamana bağlı olarak gün-derece olarak ifade edilmektedir. Kısa gün ve soğuk suları tercih eden Salmonid türlerin yaşama oranı, besin kesesi tüketimi ve gelişimi üzerine sıcaklığın etkisi oldukça fazladır. Kuluçka süresi ve ilk beslenme zamanı sıcaklığa göre değişim göstermektedir. Artan su sıcaklığının besin kesesi tüketimini hızlandırdığı ortaya konulmuştur (Şekil 4; Şekil 5). Örneğin; Atlantik salmonu (*Salmo salar*) yumurtası için üst limit 16°C, larvalar için ise 22°C, kahverengi alabalık (*Salmo trutta*) için optimum embriyonik gelişim sıcaklığı ise 8-10°C olarak rapor edilmiştir (Ojanguren vd., 1999; Başçınar vd., 2005). Su sıcaklığı besin kesesinden maksimum yararlanmayı etkilemektedir. Karadeniz alabalığında oransal boy ve ağırlık artışı, boy ve ağırlıkça spesifik büyüme oranı ve besin kesesi değerlendirme randımanı değerleri 5°C grubunda 9°C ve 16°C gruplarına nazaran yüksek bulunmuştur. 16°C de serbest yüzme evresine ulaşım kısa sürerken, besin kesesinden maksimum yararlanma 5°C grubunda belirlenmiştir (Şekil 6) (Başçınar vd., 2005; Başçınar vd., 2008).

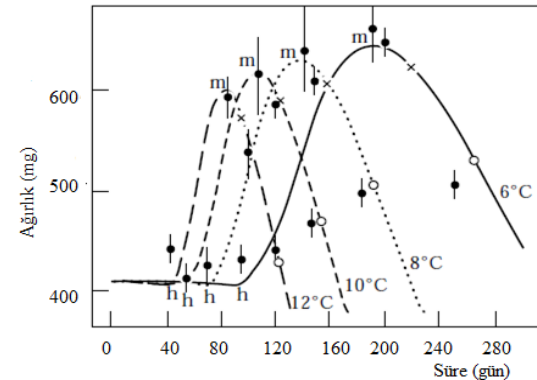
Farklı Salmonid türleri üzerinde farklı su sıcaklıklarında besin kesesi tüketimi araştırılmıştır. Bunlar; Abant alabalığı 7,7-13,7°C (Kocabaş vd., 2011), 12,32±0,65 (11,1-13,6)°C (Sonay & Kavuk, 2023), Atlantik salmonu 6,3°C (Hansen & Møller, 1985), 4, 6, 8, 10 ve 12°C (Peterson & Martin-Robichaud, 1995), Çoruh alabalığı 11,76±0,65°C (Tuzcu, 2017), gökkuşacağı alabalığı 6,5-13,0 °C (Başçınar, 2010), 9-11°C (Golchinfar vd., 2011), 9,7±0,74°C (Başçınar

& Sonay, 2016), gökkuşacağı alabalığı 10,5°C (Hodson & Blunt, 1986), kahverengi alabalık 9,87±1,30°C (Kocabaş vd., 2012), deniz alabalığı 7,9°C (Hansen, 1985), Karadeniz alabalığı 5, 9 ve 16°C (Başçınar vd., 2005), 5, 9 ve 16°C (Başçınar vd., 2008), 9,9±1,3°C (Başçınar vd., 2010), 11,65± 1,44°C (Civelek, 2012), 7,7-10,5°C (Kocabaş vd., 2016), kaynak alabalığı 13,0 (9,20 ± 1,92)°C (Başçınar vd., 2003), 4-12°C (Başçınar & Okumuş, 2004), 9,9±1,3°C (Başçınar vd., 2010), 11,58± 0,77 (10,5-12,8)°C (Önder, 2013), 11,70-12,14°C (Önder vd., 2016), 12,32±0,65 (11,1-13,6)°C (Sonay & Kavuk, 2023)'dir.



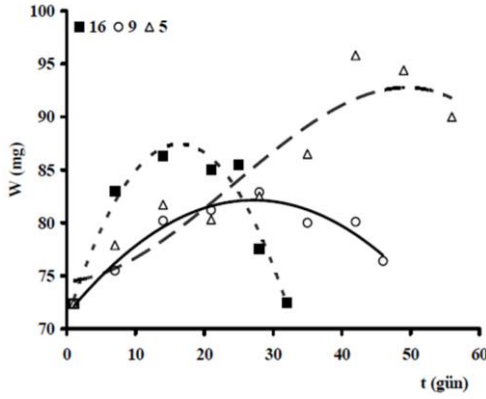
Şekil 4. Atlantik somonunun alevin 2 (kuru kese ağırlığı %20,6), alevin 1 (kuru kese ağırlığı %72,9) ve yumurtalarının, ortalama kuru vücut ağırlığı (siyah daireler) ve boyu (açık daireler) ile kuluçka sıcaklığı arasındaki ilişki (Ojanguren vd., 1999).

Figure 4. Relationships between average dry body weight (black circles), length (open circles) and hatching temperature of alevin 2 (20.6% dry sac weight), alevin 1 (dry sac weight 72.9%) and eggs of Atlantic salmon (Ojanguren vd., 1999).



Şekil 5. Dört sıcaklık grubu için ağırlık değerleri. (h: yumurtadan çıkış, m: maksimum ağırlık, x: maksimum larva ağırlığı, o: serbest yüzme ağırlığı) (Beer & Anderson, 1997).

Figure 5. Weight values for four temperature groups. (h: hatching, m: maximum weight, x: maximum larva weight, o: free swimming weight) (Beer & Anderson, 1997).



Şekil 6. Karadeniz alabalığı alevinlerinin 5, 9 ve 16 °C de yumurta çıkışı sonrasında yemleme yapılmadığı dönemde toplam yaş ağırlığındaki değişim (Başçınar vd., 2008).

Figure 6. The change in total wet weight of Black Sea trout alevins after hatching at 5, 9 and 16 °C, when no feeding is done (Başçınar et al., 2008).

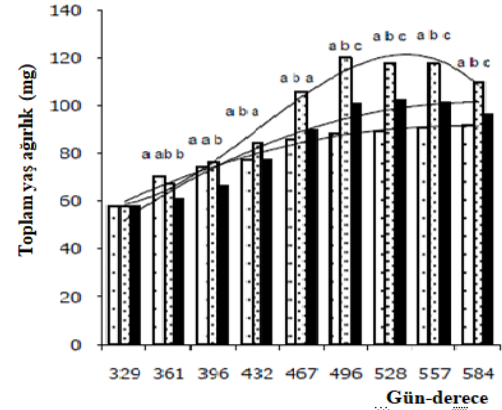
Tuzluluk: Salmonid türler hayat evrelerine bağlı olarak farklı tuzluluk değerleri tercih edebilirler (Sonay & Başçınar, 2017). Gökkuşaağı alabalığı tuzlu suda daha iyi büyüme performansı göstermektedir (Tuzcu, 2017). Balıklar tatlı sulara çok az su içerler ve bol miktarda seyreltik ürün meydana getirirler. Deniz suyunda ise günde vücut ağırlığının %15'i kadar su içer. Kandaki fazla tuzun alınmasında ve dış ortama su aktarılmasında solungaçlardaki klorid hücreleri görev almaktadır. Klorid hücrelerinin sayısı salmonidlerde (anadrom türlerde) smoltifikasyon döneminde artar, tatlı suya göç döneminde azalır (Başçınar, 2001).

Tatlısu balıklarının kan osmolalitesi yüksek olduğu için difüzyonla iyon kaybını önlemek için enerji harcarlar (Brix, 2008). Ayrıca, larval dönemde teleost balıkların solungaç filamentleri yoktur, bu nedenle yetişkin balıkların sahip olduğu osmoregülatör sisteme sahip değillerdir. Larval dönemde iyon değişimi deride gerçekleşir (Opstad, 2003).

Salmonid türlerde besin kesesi tüketimine tuzluluğun etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda; gökkuşaağı alabalığında en iyi büyüme, besin kesesi tüketimi ve larva yaş ağırlığının %4 tuzluluk grubunda belirlerken (Şekil 7) (Başçınar, 2010), Karadeniz alabalığında tuzluluğun besin kesesi tüketimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla larvaları tatlı su grubu (<%01), %4, %8 ve %12 tuzlulukta tutmuş ve besin kesesinden maksimum yararlanmanın %4 tuzlulukta olduğunu belirlemiştir (Civelek, 2012).

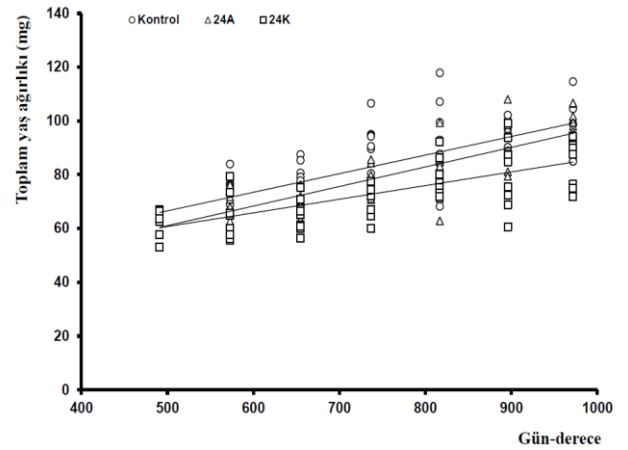
Fotoperiyot (Gün Uzunluğu): Doğal gün uzunluğu enlem, gün, ay ve mevsimlere bağlı olarak düzenli bir değişim gösterir. Su ürünleri üretiminin artırılması ve farklı dönemlerde yumurta alma konularında yapay fotoperiyot uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır (Bromage vd., 2001; Şen, 2004; Önder, 2013). Fotoperiyot Salmonidae, Cichlidae ve Sparidae familyalarının çeşitli türlerinde uygulanmıştır. Kaynak alabalığı (Şekil 8) (Önder, 2013; Önder vd., 2016), Karadeniz alabalığı (Tuzcu, 2017), gökkuşaağı alabalığı (Başçınar & Sonay, 2016) larvalarında boy ve ağırlıkça büyüme oranları, kese tüketim randımanları ve gelişim indeks değerleri üzerinde gün uzunluğunun etkisi olduğunu ortaya konulmuştur. Önder vd., (2016) kaynak alabalığı larvalarının besin kesesi tüketiminde en iyi ağırlık

artışının 24 saat aydınlık grupta, en düşük ağırlık artışının 24 saat karanlık grup da olduğunu bildirmiştir.



Şekil 7. Gökkuşaağı alabalığı alevinlerinin tatlı su (○), %4 (□) ve %8 (■) tuzlu suda gün-dereceye bağlı toplam yaş ağırlık (mg) artışları. Harfler gruplar arasında anlamlı istatistiksel farklılıkları (p<0.001) göstermektedir (Başçınar, 2010).

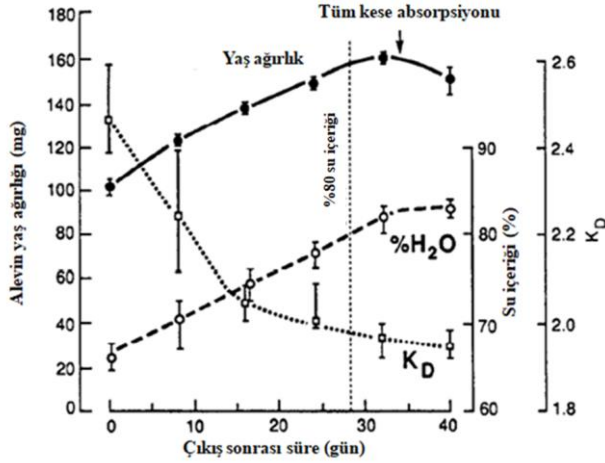
Figure 7. Increases in total wet weight (mg) of rainbow trout alevins in fresh water (○), %4 (□) and %8 (■) salt water depending on day-degree. The letters show significant statistical differences (p<0.001) between the groups (Başçınar, 2010).



Şekil 8. Kaynak alabalığının K (Gün uzunluğu), 24A (Aydınlık), 24K (Karanlık) ortamlarında toplam yaş ağırlık artışı (Önder, 2013).

Figure 8. Total wet weight gain of brook trout in K (Day length), 24A (Light), 24K (Dark) conditions (Önder, 2013).

Substrat (Taban Malzemesi): Salmonid alevinlerinde, taban malzemesinin olup olmaması ve malzemenin yapısı davranış ve hareket üzerine, maksimum yaş alevin ağırlığı, K_D ve su içeriği yüzdesi gelişiminde etkisi olduğu bildirilmiştir (Şekil 9) (Hansen, 1985; Peterson & Martin-Robichaud, 1995). Çakıl (Peterson & Martin-Robichaud, 1995) veya yapay alt tabaka malzemesi (yapay çim, delikli plastik elek, plastik şeritler) (Hansen & Møller, 1985) kullanılmaktadır. Deniz alabalığında yapılan çalışmada yapay çim üzerinde tutulan alevinlerin besin kesesini düz zeminde tutulanlardan daha hızlı ve verimli tükettiği ortaya konulmuştur (Hansen, 1985). Ayrıca, taban malzemesi içeren inkübatörlerden çıkan yavruların, besin kesesi dönüşüm etkinliği, çıkıştaki büyüklük, büyüme hızı ve yetişkinlik dönemine kadar hayatta kalma özelliği bakımından doğal ortamda yetişen yavrulara çok benzediği rapor edilmiştir (Hansen & Møller, 1985).



Şekil 9. Taban malzemesi (çakıl) üzerinde 10°C'de inkübe edilen Atlantik salmону alevinlerinin gelişimini değerlendirmek için üç kriter (alevin yaş ağırlığı, su içeriği ve gelişim indeksi (K_D)) gösterilmektedir (Peterson & Robichaud, 1995).

Figure 9. Three criteria (wet weight of the alevins, water content and development index (K_D)) are shown to assess the growth of Atlantic salmon alevin incubated at 10°C on the substrate (gravel) (Peterson & Robichaud, 1995).

Yumurta Büyüklüğü: Besin kesesi tüketimine yönelik yapılan çalışmaların en önemli özelliği türlere göre ilk besleme zamanının belirlenmesidir. Salmonid alevinlerinde en uygun zaman maksimum yaş alevin ağırlığına ulaşılan dönemdir. Bu dönem yumurta boyutuna göre değişim gösterebilir (Rombough, 1985). Yumurta büyüklüğü anaç balığın büyüklüğü (boy, ağırlık, yaş, vb.), beslenme, genetik, stres, suyun fiziksel ve kimyasal yapısı vb. birçok faktörle değişebilir. Salmonlarda balık büyüklüğü fekondite ve yumurta çapını artırır (Yavuz, 2013). Büyük yumurtadan çıkan larvalar daha büyük besin kesesine sahiptir ve larvanın daha uzun süre besin ihtiyacını karşılayabilir (Şekil 10).

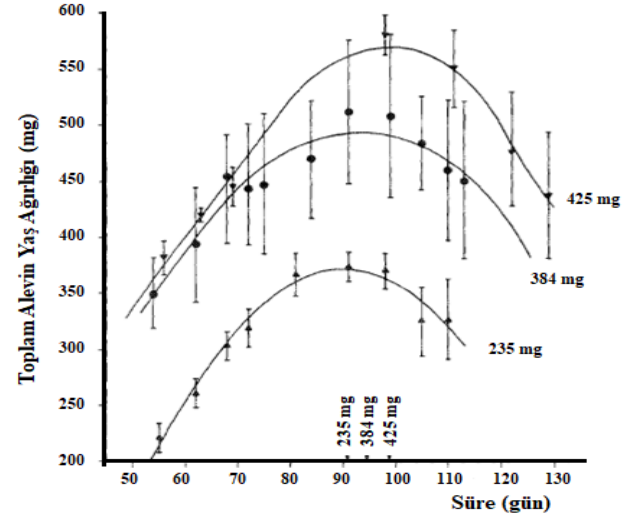
Diğer Çalışmalar: Su ürünleri yetiştiriciliğinde verimli ve sağlıklı ürünler elde etmek amacıyla birçok biyoteknolojik uygulama (cinsiyet kontrolü, kromozom manipülasyonu ve gen manipülasyonu) yapılmaktadır. Kültür koşullarında salmonidlerde en fazla uygulanan triploidizasyon ve hibridizasyon uygulamalarıdır.

Tablo 1. Farklı Salmonid türlerine ait yumurta çapı (mm), toplam larva ağırlığı (çıkış ve yüzme dönemi) (mg), kuru larva ağırlığı (çıkış ve yüzme dönemi) (mg) ve kuru kese ağırlığı (çıkış ve yüzme dönemi) (mg) değerleri.

Table 1. Egg diameter (mm), total larva weight (hatching and swim-up) (mg), dry larva body weight (hatching and swim-up) (mg) and dry yolk sac weight (hatching and swim-up) (mg) values of different Salmonid species.

Tür	Yumurta çapı (mm)	Toplam larva ağırlığı (Çıkış) (mg)	Toplam larva ağırlığı (Yüzme dönemi) (mg)	Kuru larva ağırlığı (Çıkış- Yüzme dönemi) (mg)	Kuru besin kesesi ağırlığı (Çıkış- Yüzme dönemi) (mg)	Kaynak
Gökkuşluğu alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	-	58,16±9,98	96,94±8,71	-	-	Başçınar, 2010
	-	74,2 ± 1,9	132,6 ± 2,3	-	-	Golchinfar vd., 2011
	5,3±0,2	70,46 ± 2,88	115,83 ± 5,96	-	-	Başçınar & Sonay, 2016
Karadeniz alabalığı (<i>Salmo trutta labrax</i>)	-	72,43±3,01	82,87 ± 7,35	-	-	Başçınar vd., 2005
	-	72,43±3,01	80,26 ± 5,77	-	-	Başçınar vd., 2008
	5,46±0,09	88,21 ± 4,46	104,10±8,08	2,73±0,41- 15,42±1,58	32,91±1,80- 9,51±1,40	Civelek, 2012
Kaynak alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>)	-	17,17 ± 1,67	104,16 ± 8,18	2,85 ± 0,87- 14,95 ± 1,45	23,92 ± 1,04- 1,04 ± 0,90	Kocabaş vd., 2016
	-	72,45 ± 5,58	98,85 ± 6,22	2,70 ± 0,41- 9,49 ± 1,27	23,33 ± 0,59- 12,46 ± 1,14	Başçınar vd., 2003
	4,11±0,13	62,97±1,38	94,92±3,22	2,5±0,18- 11,59±0,44	22,01±0,63- 1,42±0,17	Önder vd., 2013
Abant alabalığı (<i>Salmo abanticus</i>)	-	53,18±1,79	115,28±21,74	-	-	Sonay & Kavuk, 2023
	4,91±0,37	18,2±5,58	88,24±6,22	-	-	Kocabaş vd., 2011
	4,76±0,79	70,58±2,16	115,37±8,80	-	-	Sonay & Kavuk, 2023
Kahverengi alabalık (<i>Salmo trutta caspius</i>)	-	16,78 ± 2,17	52,62 ± 3,55	-	10,67 ± 0,67- 2,57 ± 0,62	Kocabaş vd., 2012
	4,23±0,26	16,78 ± 2,17	52,62 ± 3,55	-	10,67 ± 0,67- 2,57 ± 0,62	Kocabaş vd., 2012
Çoruh alabalığı (<i>Salmo coruhensis</i>)	5,4±0,8	83,47 ± 10,28	119,32 ± 8,87	4,34 ± 0,41- 21,44±1,55	28,07 ± 3,72- 0,56 ± 0,14	Tuzcu, 2017

Diploid ve triploid çoruh alabalığı larvalarının üç farklı aydınlatma ortamında serbest yüzme anına kadar olan besin kesesi tüketimleri ve büyüme oranlarının belirlenmesi, gün-derece ile larva boyu, toplam yaş ağırlık, yaş larva ağırlığı, yaş kese ağırlığı, toplam kuru ağırlık, kuru larva ağırlığı, kuru kese ağırlığı, su oranı ve kuru madde oranı arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Çalışma sonunda yaş larva ağırlığı, kuru toplam ağırlık, kuru larva ağırlığı ve kuru kese ağırlığı diploid ve triploid gruplar arasında farklılık göstermiştir (Tuzcu, 2017).



Şekil 10. Chinok salmону yumurtaları 10°C de kuluçkalandığında, yumurta büyüklüğünün (235, 384 ve 425 mg) toplam alevin ağırlığı etkisinin polinom olarak gösterimi (Rombough, 1985).

Figure 10. Polynomial representation of the effect of egg size (235, 384 and 425 mg) on total alevin weight when Chinok salmon eggs are hatched at 10°C (Rombough, 1985).

Başçınar vd., (2010) yapmış olduğu Karadeniz alabalığı, kaynak alabalığı ve hibridlerinin kuluçka performansı, besin kesesi absorpsiyonu ve değerlendirme randımanlarının ortaya konması ve zaman (gün-derece) ile boy, toplam yaş ağırlık, kuru vücut ve kese ağırlıkları arasındaki ilişkileri karşılaştırma çalışmasında, boy ilişkisinin eğimi hariç, diğer ilişkilerin regresyon parametrelerinde önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 1; 2).

Tablo 2. Farklı Salmonid türlerine ait besin kesesi değerlendirme randımanı (KDR), kuru besin kesesi tüketimi (BKT, mg/gün), günlük boyca büyüme oranı (BBO, mm/gün ve %), günlük ağırlıkça büyüme oranı (ABO, mg/gün ve %), gelişim indeksi (K_D) ve su içeriği (Çıkış-Yüzme dönemi) değerleri.**Table 2.** Yolk sac efficiency (YCE), dry yolk sac consumption rate (YCR; mg/day), daily length growth rates (LGR;mm/day and %), daily weight growth rates (WGR, mg/day and %), development index (K_D) and water content (Hatching and swim-up) values of different Salmonid species).

Tür	KDR	BKT (mg/gün)	BBO (mm/gün ve %)	ABO (mg/gün ve %)	K _D	Su İçeriği (Çıkış-Yüzme dönemi) (%)	Kaynak
Gökkuşluğu alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	0,60±0,04	0,55±0,07	0,25±0,03	1,39±0,36	2,15±0,05	83,10±1,49	Başçınar, 2010
Gökkuşluğu alabalığı (<i>Salmo gairdneri</i>)	0,67 ± 0,13	1,01±0,11	0,32 ± 0,05	1,82 ± 0,63	1,92 ± 0,05	83,21 ± 0,97	Başçınar & Sonay, 2016 Hodson & Blunt, 1986
Karadeniz alabalığı (<i>Salmo trutta labrax</i>)	-	-	-	-	1,85 ± 0,027	-	Başçınar vd., 2008 Başçınar vd., 2010
	0,76	0,60	0,19	0,87	-	-	Civelek, 2012
	0,60	0,70	0,37	0,60	2,34	59,57±1,72- 76,34±1,46	Kocabaş vd., 2016
	0,53	0,99	0,40	2,21	2,11	53,02	Başçınar vd., 2003
	0,50	0,48	-	0,24	-	63,96-80,78	Başçınar vd., 2010
	0,61	0,30	0,21	0,63	-	-	Önder, 2013
Kaynak alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>)	0,41±0,06	0,33±0,06	0,17±0,04	0,66±0,17	2,27±0,04	61,07±0,49- 86,28±0,28	Önder vd., 2014
	0,31-0,44	0,25-0,36	0,13-0,19	0,40-0,78	1,96-2,02	85,01	Önder vd., 2016
	0,44 ± 0,01	0,48 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,77 ± 0,17	1,89 ± 0,01	-	Sonay & Kavuk, 2023
	-	0,36±0,05	0,24±0,07	2,22±1,07	2,24±0,05	80,11±1,12	Kocabaş vd., 2011
Abant alabalığı (<i>Salmo abanticus</i>)	0,64	0,39	0,29	1,42	2,09	38,18-77,51	Sonay & Kavuk, 2023
Kahverengi alabalık (<i>Salmo trutta caspius</i>)	-	0,69±0,07	0,23±0,04	1,60±0,41	2,15±0,06	81,60±0,63	Kocabaş vd., 2012
Çoruh alabalığı (<i>Salmo coruhensis</i>)	0,60	0,23	0,18	0,68	2,05	66,90-84,54	Tuzcu, 2017
Atlantik salmon (<i>Salmo salar</i>)	0,62 ± 0,10	0,80±0,11	0,34±0,19	1,02±0,38	1,94±0,08	56,69±15,95- 86,07±8,76	Peterson & Martin-Robichaud, 1995
Chinook salmon	-	-	-	-	1,98	82-82,5	Rombough, 1985
	-	-	-	-	2,06-2,45	-	

SONUÇ

Salmonidlerin besin kesesi tüketimlerinin zamana bağlı değişimlerinin farklı faktörlere bağlı olarak çalışılmış olması, kuşkusuz önemli bilgileri ortaya koymuştur. Özellikle su sıcaklığının artırılması sonucu (letal olmamak koşulu ile) dış beslenmeye geçiş süresini öne çekilebilirken, sıcaklığın düşürülmesi (sürenin uzatılması) kuluçkahanelerdeki larva büyüme ünitelerinin planlamasını kolaylaştırabilmektedir. Ancak doğal yumurtlama alanlarındaki su sıcaklığının kuluçkahanelerde farklılaştırılmasının alevinlerde hangi fizyolojik değişimlere yol açacağı konusunda bilgiler eksik kalmıştır. Kültür balıkçılığı açısından değerlendirme yapıldığında, ilk akla gelenler yaşama oranı üzerine olumlu ya da olumsuz etkiler ile anormallik çeşitleri ve oranıdır.

Larvaların doğal ortamda (içsulara) maruz kalmayacakları tuzluluk seviyeleri, gün uzunluğu ve ortam (kuluçka sistemleri) akuakültür uzmanlarının arayışlarının sonuçlarıdır. Önümüzdeki yıllarda ülkemiz kültür balıkçılığına yeni türlerin kazandırılması çalışmaları son yirmi yıldır yapılmaktadır ve kuşkusuz içsular için potansiyel türler alabalıklar olarak ön plana çıkmaktadır. Keza Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğüne doğal kırmızı benekli alabalıkların balıklandırma amacıyla üretimi 2005 yılından beri yürütülmektedir (Akkan vd., 2016). Dolayısıyla su ürünleri istatistiklerinde oldukça düşük oranda yer bulan kırmızı benekli alabalıkların gelecekte daha da ön plana çıkması beklenmektedir. Gökkuşluğu alabalığı ile karşılaştırıldığında yaklaşık yüzde elli oranında daha uzun kuluçka ve kese tüketim süresine sahip olan doğal alabalıklarımız ile ilgili detaylı çalışmalara gereksinim mevcuttur.

Literatürde yumurta ve larvalarda görülen hastalık etkenlerinin bertaraf edilmesinde koruyucu ve tedavi edici sirke, kaya tuzu, ilaçlar, dezenfektanlar, kimyasallar vb. birçok ürün kullanıldığı bildirilmiştir (Balta & Taşkın,

2022). Kuluçkahane kullanılan bu ürünlerin döllenmiş yumurta ve kese tüketimi üzerine etkilerinin belirlenmesi sürdürülebilir yetiştiricilikte kuluçkahane yönetimi için önem arz etmektedir.

Balık yetiştiriciliğinde başarılı bir yavru üretimi için kaliteli damızlık, kaliteli yumurta ve uygun çevresel faktörler gereklidir. Yumurtadan yeni çıkmış alevinlerin besin kesesini tüketip ilk beslenmeye başlama dönemini belirlemek için çevresel faktörlerin kese tüketimi üzerine etkileri bilinmelidir. Besin kesesi tüketimi ile ilgili çalışmaların büyük bir bölümü halen bilimsel ortamda yer bulmakta iken, elde edilen sonuçların özel kültür balıkçılığı sektörüne aktarılamamış olması şimdilik bir sorundur. Bu derlemede bulunan bilgiler Salmonid türlerin kese tüketimi sürecinde farklı çevresel faktörlerde verimli kuluçkahane yönetim programlarının geliştirilmesinde ve uygulanmasında etkili olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akkan, Ö., Başçınar, N., Bulut, M. & Ümüzer, A. (2016). Doğal Alabalık Üretilmesi ve Orman içi Suların Balıklandırılması Projesi Kapsamında İzleme - Kontrol: Artvin-Yusufeli. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 1, 3, 83-86.
- Balta, F. & Taşkın, H. (2022). Gökkuşluğu alabalık yumurtalarında mantar enfeksiyonlarının önlenmesinde bazı kimyasal maddelerin kullanım dozlarının belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(4), 509-515. DOI: 10.35229/jaes.1207012
- Başçınar, N. (2001). *Kaynak Alabalığının (Salvelinus fontinalis Mitchell, 1814) Doğu Karadeniz Koşullarında Tathisu ve Deniz Suyunda Kültür Potansiyelinin İrdelenmesi: Optimum Çevre İstekleri, Döl Verimi, Beslenme ve Büyüme Özellikleri*. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 114s.

- 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. <https://journals.tubitak.gov.tr/zoology/vol27/iss3/8>
- 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. <https://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/vol28/iss2/8>
- 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-Bamidgah*, **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.
- 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)
- Bertalanffy, L.V. (1957).** Quantitative laws in metabolism and growth. *The Quarterly Review of Biology*, **32**(3), 217-231. DOI: [10.1086/401873](https://doi.org/10.1086/401873)
- Blaxter, J.H.S. (1988).** Pattern and Variety in Development. In: Hoar, W.S. and Randall, D.J., Eds., *Fish Physiology*, XI, Academic Press, New York, 1-58. DOI: [10.1016/s1546-5098\(08\)60198-3](https://doi.org/10.1016/s1546-5098(08)60198-3)
- Brix, O. (2008).** *The Physiology of Living in Water. In Handbook of Fish Biology and Fisheries* (eds P. J. Hart and J. D. Reynolds): John Wiley & Sons, 78p.
- 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., Porter, M. & Randall, C. (2001).** The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special reference to the role of photoperiod and melatonin. *Aquaculture*, **197**, 63-98. DOI: [10.1016/S0044-8486\(01\)00583-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00583-X)
- 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.
- 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: [20.1007.1.15622916.2011.10.3.4.7](https://doi.org/10.1007.1.15622916.2011.10.3.4.7)
- 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](https://doi.org/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](https://doi.org/10.1139/f85-133)
- Heming, T. A. (1982).** Effects of temperature on utilization of yolk by chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) eggs and alevins. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **39**, 184-190. DOI: [10.1139/f82-021](https://doi.org/10.1139/f82-021)
- Heming, T.A. & Buddington, R.K. (1988).** Yolk absorption in embryonic and larval fishes. In 'Fish Physiology' (Hoar, W.S. and Randall, D.J. eds.) Vol.XI. New York: Academic Press.
- 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](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1986.tb04924.x)
- Kamler, E. (1992).** Early Life History of Fish: an Energetics Approach. London: Chapman & Hall.
- Kamler, E. (2008).** Resource allocation in yolk-feeding. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **18**, 143-200. DOI: [10.1007/s11160-007-9070-x](https://doi.org/10.1007/s11160-007-9070-x)

- 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.
- Kocabaş, M., Başçınar, N., Şahin, S.A., Kutluyer, 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. & Kutluyer, 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.
- Kocabaş, M., Başçınar, N., Şahin, S.A. & Kutluyer, F. (2016).** Determination of hatching performances and yolk sac absorptions in Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811). *Austin Biology*, **1**(1), 1003.
- Marr, D.H.A. (1966).** Influence of temperature on the efficiency of growth of salmonid embryos. *Nature*, **212**, 957-959. DOI: 10.1038/212957a0
- Murray, C.B. & Beachham, T.D. (1987).** The development of chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) and chum salmon (*Oncorhynchus keta*) embryos and alevins under varying temperature regimes. *Canadian Journal of Zoology*, **65**, 2672-2682. DOI: 10.1139/z87-406
- Ojanguren, A.F., Reyes-Gavilán, F.G. & Muñoz, R.R. (1999).** Effects of temperature on growth and efficiency of yolk utilisation in eggs and pre-feeding larval stages of Atlantic salmon. *Aquaculture International*, **7**, 81-87. DOI: 10.1023/a:1009214804949
- Opstad, I. (2003).** Growth and survival of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) larvae at different salinities. In *The Big Fish Bang. Proceedings of the 26th Annual Larval Fish Conference.* Bergen: Institute of Marine Research (pp. 63-69).
- Önder, M.Y. (2013).** *Kaynak Alabalığı (Salvelinus fontinalis Mitchill, 1814) Larvalarının Aydınlık ve Karanlıkta Besin Kesesi Tüketimi.* Yüksek Lisans, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 63 s.
- Önder, M.Y., Başçınar, N., & Sonay, F.D. (2014).** Effect of feeding to yolk sac consumption in brook trout (*Salvelinus fontinalis*, Mitchill, 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
- Rombough, P.J. (1985).** Initial egg weight, time to maximum alevin wet weight, and optimal ponding times for chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **42**, 287-291. DOI: 10.1139/f85-036
- Ricker, W.E. (1979).** Growth rates and models. In *'Fish Physiology'* (Hoar, W.S., Randall, D.J. and Brett, J.R. eds.) Vol.VIII. Ne York: Academic Press.
- Sonay, F.D. & Başçınar, N. (2017).** An investigation on the effects of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) monoculture and duo-culture farming in freshwater and seawater on growth performance. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, **16**(1), 38-49.
- 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
- Şen, H. (2004).** Fotoperiyodun kalamar (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) yumurtalarının gelişimine ve inkübasyon başarısına etkisi. *Ege University, Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **21**, 3-4, 211-214.
- TUİK. (2023).** Türkiye İstatistik Kurumu. *Su Ürünleri Üretimi* (Haziran 2023). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2022-49678>
- 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, 77 s.
- Yavuz, H. (2013).** Balıklarda sperm ve yumurta kalitesini değerlendirme kriterleri. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **9**(2), 22-36.
- 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