

Üç Farklı Su Sıcaklığı Rejiminde, Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) Larvalarının Besin Kesesi Tüketimi ve Büyüme Oranları

*Nadir Başçınar, Nilgün Aksungur, Eyüp Çakmak

Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, 61129, Şana, Trabzon, Türkiye
*E mail: nadir_bascinar@yahoo.com

Abstract: *Yolk sac consumption and growth rates of Black Sea trout alevins (Salmo trutta labrax Pallas, 1811) at three different water temperature regimes.* In this study, yolk sac consumption and growth rates of Black Sea trout, *Salmo trutta labrax* (Pallas, 1811), alevins from hatch to swim-up stage were determined, and relationships between degree-days and alevins length, total wet, dry yolk, dry body weights, and dry matter rate were calculated. The eggs were hatched at $9.0 \pm 0.54^\circ\text{C}$ water temperature, and hatched alevins were divided randomly three groups about 1700 individual. The first group was hatching water temperature, second group was 16°C , heated by thermostatic heaters, and the last group was 5°C , temperature changed naturally. While at hatching, mean alevins length and total dry weight values 11.65 ± 0.47 mm and 26.87 ± 1.47 mg, at swim-up stage these values were measured as 23.00 ± 0.58 mm and 20.98 ± 1.69 mg at 5°C group, 21.80 ± 0.67 mm and 19.27 ± 1.74 mg at 9°C group, and 21.35 ± 0.67 mm and 17.74 ± 2.45 mg at 16°C group, respectively. The length and total dry weight values showed significant ($P < 0.001$) among the groups at swim-up stage. While length and weight increased rates, length and weight specific growth rates, and yolk sac conversion efficiency values of 5°C group were higher significantly (respectively, $P < 0.05$, $P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.01$, $P < 0.01$) than the others, 9°C and 16°C groups were similar. Significant relationships were determined between degree-days and alevins length, total wet, total dry, dry yolk sac, and dry body weights. The time to reached first swim-up stage was shorter at 16°C group, but alevins weight values were lower ($P < 0.001$) than the others. Maximum benefit from yolk sac was determined at 5°C group. The degree-days values showed difference from hatch to swim-up stage.

Key Words: Black Sea trout, *Salmo trutta labrax*, yolk sac consumption, growth rate, water temperature.

Özet: Çalışmada, Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) larvalarının, serbest yüzme anına kadar olan besin kesesi tüketimleri ve büyüme oranları belirlenmesi, gün-derece ile larva boyu, toplam yaş ağırlık, kuru kese ağırlığı, kuru vücut ağırlığı ve toplam kuru madde oranı arasındaki ilişkiler ortaya konması amaçlanmıştır. Yumurtaları çıkışa kadar su sıcaklığı $9.0 \pm 0.54^\circ\text{C}$ olan kaynak suyunda kuluçkalanmış ve çıkışı takiben larvalar her grupta yaklaşık 1700 adet olacak şekilde rasgele olarak üç gruba ayrılmıştır. İlk grup (9°C), kuluçkalamanın gerçekleştiği, ikinci grup (16°C) ve son grup (5°C) ise su sıcaklığının tamamen doğal olarak değişen dere suyunda kuluçka edilmiştir. Yumurtada çıkış anında ortalama larva boyu 11.65 ± 0.47 mm ve toplam kuru ağırlık 26.87 ± 1.47 mg iken, serbest yüzmede bu değerler sırasıyla 5°C grubunda 23.00 ± 0.58 mm ve 20.98 ± 1.69 mg; 9°C grubunda 21.80 ± 0.67 mm ve 19.27 ± 1.74 mg ve 16°C grubunda ise 21.35 ± 0.67 mm ve 17.74 ± 2.45 mg olarak ölçülmüştür. Serbest yüzmede boy ve toplam kuru ağırlık değerleri, gruplar arasında önemli farklılıklar ($P < 0.001$) göstermiştir. Oransal boy ve ağırlık artışı, boy ve ağırlıkça spesifik büyüme oranı ve besin kesesi değerlendirme randımanı değerleri, 5°C grubunda diğer gruplara nazaran yüksek (sırasıyla, $P < 0.05$, $P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.01$, $P < 0.01$) bulunurken, 9°C ve 16°C grupları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. Gün-derece ile larva boyu, toplam yaş, toplam kuru, kuru kese ve kuru larva ağırlıkları arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir. İlk serbest yüzme evresine ulaşma süresi 16°C grubunda diğer gruplara göre daha kısa sürmüştür, ancak larvaların ağırlık değerleri ise düşük ($P < 0.001$) kalmıştır. Besin kesesinden maksimum yararlanma 5°C grubunda belirlenmiştir. Serbest yüzme evresine kadar hesaplanan gün-dereceler farklılık göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Karadeniz alabalığı, *Salmo trutta labrax*, besin kesesi tüketimi, büyüme oranı, su sıcaklığı.

Giriş

Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) Karadeniz Havzası'nda dağılım gösteren bir Salmonid türüdür. Aşırı ve bilinçsiz avcılık, doğal ortamlarının tahrip edilmesi ve kirletilmesi gibi nedenlerle stoklarda azalma görüldüğünden nesli tükenme noktasına gelmiş (Aydın ve Yandı, 2002) ve bu nedenle koruma altına alınmış ve avcılığı tamamen yasaklanmıştır. Doğal stokların takviyesi ve kültür şartlarında üretimi üzerinde çalışmalar 1998 yılında başlamış (Tabak ve diğ., 2001) ve hala devam etmektedir.

Salmonidler üremek için kısa gün ve soğuk suları tercih etmektedir. Su sıcaklığı, yaşama oranı, besin kesesi tüketimi ve gelişim üzerine etki etmektedir. Yumurtadan çıkışı takiben

ilk dış beslenme ise su sıcaklığına bağlı olarak haftalar almaktadır (Crisp, 1988). Yumurta inkübasyonu için oldukça dar sınırlar içinde kalan su sıcaklığı, larvalar için daha geniş sınırlar gösterir. Atlantik salmону (*Salmo salar*) yumurtası için üst limit 16°C , larvalar için ise 22°C olarak gözlenmiştir (Ojanguren ve diğ., 1999). Kahverengi alabalık (*Salmo trutta*) için optimum embriyonik gelişim sıcaklığı $8-10^\circ\text{C}$ olarak bildirilmiştir (Ojanguren ve Braña, 2003).

Atlantik salmону (Hansen ve Møller, 1985; Petersen ve Martin-Robichaud, 1995; Ojanguren ve diğ., 1999), gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) (Hodson ve Blunt, 1986), kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*) (Başçınar ve diğ., 2003), Alp Alası (*Salvelinus alpinus*), kaynak alabalığı x Alp Alası hibridleri (Dumas ve diğ., 1995), kahverengi alabalık

(*Salmo trutta*) (Hansen, 1985; Ojanguren ve Braña, 2003), pembe (*Oncorhynchus gorboscha*), chum (*Oncorhynchus keta*), şinok (*Oncorhynchus tshawytscha*), koho (*Oncorhynchus kisutch*) ve sokeye salmonun (*Oncorhynchus nerka*) (Beacham ve Murray, 1990) besin kesesi tüketimleri daha önce çalışılmıştır. Bu çalışmalarda besin kesesi tüketimi daha çok su sıcaklığı, inkübasyon sistemi ve zamana bağlı olarak irdelenmiştir. Türlerin gereksinimleri, alt ve üst limitleri birbirinden farklılıklar gösterebilmektedir (Beacham ve Murray, 1990). Dolayısıyla yapılacak çalışmalar her ne kadar benzerlik gösterse de, türlerin ayrı ayrı değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Besin kesesi tüketim mekanizması üzerine, kese temas alanı, kese tüketimi sonucu temas alanı değişimleri ve abiotik faktörlerden özellikle su sıcaklığı ile ilgili tanımlamalar yapılmıştır (Heming ve Buddington, 1988). Oysa doğal yumurtlama alanı ve larval gelişiminin tamamlandığı ortam, zaman, akarsu yapısı ve su sıcaklığı farklılıkları göstermektedir (Beer ve Anderson, 1997).

Çalışmada, yumurtadan çıkışa kadar kaynak suyunda ($9.0 \pm 0.54^\circ\text{C}$) kuluçkalanmış olan Karadeniz alabalığı larvalarının, farklı su sıcaklıklarında serbest yüzme anına kadar olan besin kesesi tüketimleri ve büyüme oranları belirlenmesi, gün-derece ile larva boyu, toplam yaş ağırlık, kuru kese ağırlığı, kuru vücut ağırlığı ve toplam kuru madde oranı arasındaki ilişkilerin ortaya konması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada, üç dişi Karadeniz alabalığının yumurtaları birbirine karıştırılarak stok oluşturulmuş ve çıkışa kadar sıcaklığı $9.0 \pm 0.54^\circ\text{C}$ olan kaynak suyunda kuluçkalanmış ve çıkışı takiben larvalar rasgele olarak üçe ayrılmıştır. İlk grup (9°C), kuluçkalanmanın gerçekleştiği suda, ikinci grup (16°C) su sıcaklığı termostatlı ısıtıcılarla ayarlanan $16.2 \pm 0.24^\circ\text{C}$ suda ve son grup (5°C) ise su sıcaklığı tamamen doğal olarak değişen dere suyunda ($5.0 \pm 1.43^\circ\text{C}$) kuluçka edilmiştir. Her grupta ortalama 1700 adet larva kullanılmıştır.

Örnekleme, yumurtaların %50'sinin açıldığı an 0 (sıfır) kabul edilerek, 0, 7, 14, 21, 28, 35 ve 42. günlerde ve olası ani değişimlerin izlenebilmesi ve kayıplara karşı yedekleme amacıyla bu günlerin aralarında yapılmıştır. Larvaların besin keselerini tükettikleri dönemde ise örnekleme son verilmiştir. Her örnekleme gününde 10 adet larva rasgele örnekleme ile alınarak boy (± 0.5 mm) ve ağırlıkları (± 0.1 mg) ölçülmüş ve %10'luk formaldehite konularak muhafaza edilmiştir.

Larvaların besin keseleri ile vücutları pens ile ayrılarak tartılmış, daha sonra ayrı ayrı kurutma kaplarına konularak, etüvde 60°C 'de en az 48 saat sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur (Hansen, 1985; Hodson ve Blunt, 1986).

Besin kesesi değerlendirme randımanı (KDR): $KDR = (L_t - L_0) / (K_0 - K_t)$

Kuru besin kesesi tüketimi (BKT; mg/gün): $BKT = (K_0 - K_t) / t$

Günlük boyca büyüme oranı (BBO; mm/gün ve %): $BBO = (B_t - B_0) / t$; $BBO (\%) = 100 \times (\ln B_t - \ln B_0) / t$

Günlük ağırlıkça büyüme oranı (ABO; mg/gün ve %): $ABO = (A_t - A_0) / t$; $ABO (\%) = 100 \times (\ln A_t - \ln A_0) / t$ eşitlikleri ile belirlenmiştir (Hodson ve Blunt, 1986; Başçınar, 2003). 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)'dir. Kuru ağırlıkların tercih nedeni, besin kesesinin ayrılması esnasında bir miktar sıvının dışarı akması ve miktarının bu nedenle belirlenememesidir (Hansen ve Møller, 1985).

Elde edilen veriler MINITAB 13.0 istatistik programı yardımıyla irdelenmiştir. Yaş ve kuru; toplam, vücut ve kese ağırlıkları, kuru madde içerikleri arasındaki farklılıklar varyans analizi (ANOVA) ve Tukey testi, oransal ve günlük büyüme, besin kesesi değerlendirme randımanı farklılıkları ise t-testi ile belirlenmiştir. Farklı su sıcaklıklarında hesaplanan değişkenler ile gün-derece arasındaki ilişkiler, lineer ve logaritmik fonksiyonlarla ortaya konmuştur.

Bulgular

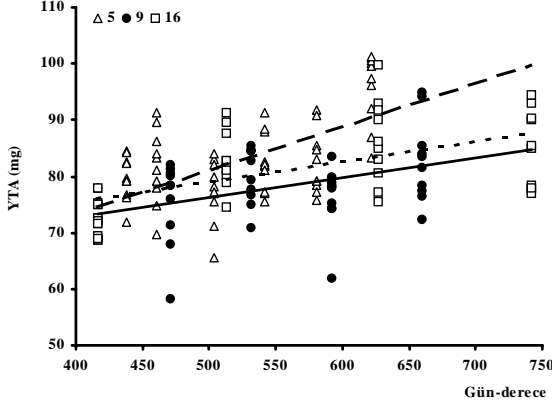
Yumurtadan çıkış 389. gün-derecede başlamış ve 443. gün-derecede tamamlanmıştır. İlk örnekleme ise %50 çıkışın gerçekleştiği dönemde (416.5. gün-derece) başlamıştır. İlk alınan örneklerde ortalama larva boyu, toplam kuru ve yaş ağırlık değerleri sırasıyla, 11.65 ± 0.47 mm, 26.87 ± 1.47 ve 72.43 ± 3.01 mg iken, serbest yüzmenin başladığı dönemde, bu değerler sırasıyla, 5°C grubunda 23.00 ± 0.58 mm, 95.84 ± 6.34 ve 20.98 ± 1.69 mg (42. gün, 621.5 gün-derece), 9°C grubunda 21.80 ± 0.67 mm, 82.87 ± 7.35 ve 19.27 ± 1.74 mg (28. gün, 660.0 gün-derece) ve 16°C grubunda ise 21.35 ± 0.67 mm, 84.97 ± 6.81 ve 17.74 ± 2.45 mg (21. gün, 742.0 gün-derece) olarak ölçülmüştür. Serbest yüzme anında boy ve toplam kuru ağırlık değerleri, gruplar arasında önemli farklılıklar ($P < 0.001$) göstermiştir. Yaş toplam ağırlık değerleri 5°C grubunda diğer gruplardan daha yüksek ($P < 0.001$), kuru madde oranları karşılaştırıldığında ise 16°C grubunun diğer gruplardan daha düşük bir değere ($P < 0.05$) sahip olduğu belirlenmiştir. Oransal boy (OBA; %) ve ağırlık (OAA; %) artışı, boy (SBO_B) ve ağırlıkça (SBO_A) spesifik büyüme oranı ve besin kesesi değerlendirme randımanı (KDR) değerleri, 5°C grubunda diğer gruplara nazaran yüksek (sırasıyla, $P < 0.05$, $P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.01$) bulunurken, 9°C ve 16°C grupları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. (Tablo 1).

Tablo 1. Oransal boy (OBA; %) ve ağırlık (OAA; %) artışı, boy (SBO_B) ve ağırlıkça (SBO_A) spesifik büyüme oranı, besin kesesi değerlendirme randımanı (KDR) değerleri ve istatistiksel olarak karşılaştırılmaları. (t: gün; GD: gün-derece).

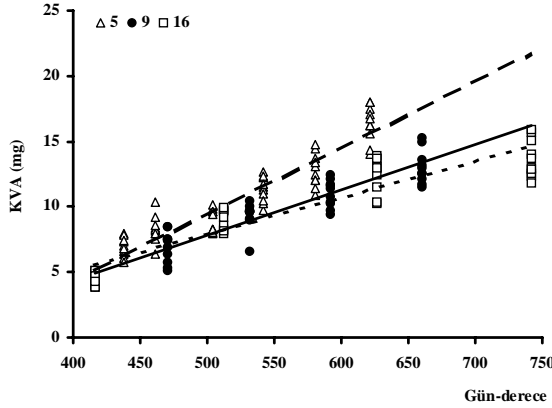
	5°C	9°C	16°C	ANOVA	
t (GD)	42 (621.5)	28 (660.0)	21 (742.0)	F	P
OBA	97.79 ± 10.79^a	87.53 ± 11.92^b	83.54 ± 9.38^b	4.68	<0.050
SBO _B	1.62 ± 0.13^a	1.49 ± 0.15^b	1.44 ± 0.12^b	4.51	<0.050
OAA	32.53 ± 10.49^a	14.42 ± 9.28^b	17.57 ± 11.67^b	8.45	<0.001
SBO _A	0.66 ± 0.19^a	0.31 ± 0.18^b	0.38 ± 0.23^b	8.39	<0.001
KDR	0.67 ± 0.10^a	0.54 ± 0.08^b	0.52 ± 0.10^b	8.41	<0.001

Gün-derece ile boy ($y = a + b \log x$), yaş toplam ağırlık (Şekil 1), kuru toplam ağırlık, kuru vücut ağırlığı (Şekil 2), kuru kese

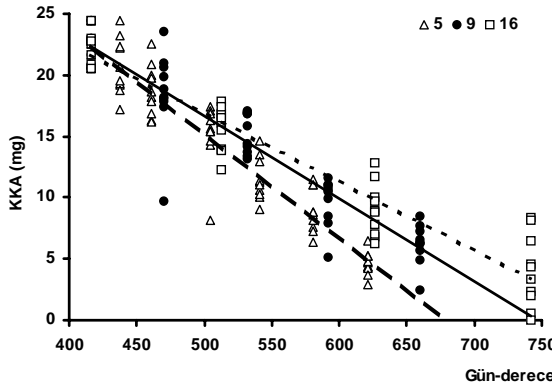
ağırlığı (Şekil 3) ve kuru madde oranları ($y=a+bx$) arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir (Tablo 2).



Şekil 1. Yaş toplam ağırlık (YTA) artışı (5: --, 9: —, 16: ··).



Şekil 2. Kuru vücut ağırlığı (KVA) artışı (5: --, 9: —, 16: ··).



Şekil 3. Kuru kese ağırlığı (KKA) değişimi (5: --, 9: —, 16: ··).

Tartışma ve Sonuç

Salmonid yumurtalarında su sıcaklığı arttıkça yumurtadan çıkış süresi kısaltmakta, su sıcaklığı azaldıkça da uzamakta, ancak belirli bir sıcaklığın altında ve üstünde ise ölüm oranı %100'e ulaşmaktadır (Ojanguren ve Braña, 2003). Su sıcaklığı ile kuluçka süresi arasındaki ilişki pek çok araştırmacı tarafından ortaya konulmaya çalışılmış, türlerin su sıcaklığına gösterdiği tepkilerin farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Beacham ve Murray, 1990). Kahverengi alabalık yumurtaları ve larvaları için yaşama oranın en yüksek olduğu su sıcaklığı 8-10°C olarak bildirilmiştir (Ojanguren ve Braña, 2003). Bu çalışmada yumurtaların kuluçkalanmasında kullanılan kaynak suyu sıcaklığı ortalama $9.0 \pm 0.54^\circ\text{C}$ olarak ölçülmüştür.

Tablo 2. Gün-derece ile alevin boyu (B), toplam yaş ağırlık (TYA), kuru kese ağırlığı (KKA) ve kuru vücut ağırlığı (KVA) arasındaki ilişkiler. 5: 5°C, 9: 9°C ve 16: 16°C.

Model	a	b	R ²	F	P	
B ₅	$y = a + b \log x$	-162.146	66.7128	0.887	533.159	<0.001
B ₉	$y = a + b \log x$	-134.204	55.6389	0.911	490.986	<0.001
B ₁₆	$y = a + b \log x$	-84.6339	37.4374	0.788	141.543	<0.001
TYA ₅	$y = a + b x$	42.3121	0.0774222	0.426	50.409	<0.001
TYA ₉	$y = a + b x$	58.3832	0.0356690	0.206	12.489	<0.010
TYA ₁₆	$y = a + b x$	60.7798	0.0363703	0.323	18.153	<0.001
KKA ₅	$y = a + b x$	58.1051	-0.0855502	0.916	738.760	<0.001
KKA ₉	$y = a + b x$	50.5015	-0.0675745	0.879	349.333	<0.001
KKA ₁₆	$y = a + b x$	45.1411	-0.0563589	0.909	381.088	<0.001
KVA ₅	$y = a + b x$	-16.0653	0.0509619	0.905	646.390	<0.001
KVA ₉	$y = a + b x$	-9.60280	0.0347403	0.894	402.812	<0.001
KVA ₁₆	$y = a + b x$	-6.20476	0.0281214	0.854	222.026	<0.001

Salmonid yumurtalarının embriyonal gelişimi üzerine etki eden en önemli abiyotik faktör su sıcaklığıdır. Pek çok araştırmacı tarafından yumurtadan çıkış ve besin kesesinin tüketilme zamanı gün veya gün-derece olarak ifade edilmekte ve gelişimleri gün (Hansen ve Møller, 1985; Hansen, 1985; Hodson ve Blunt, 1986; Petersen ve Martin-Robichaud, 1995) veya gün-derece ile ilişkilendirilmektedir (Dumas ve diğ. 1995; Ojanguren ve Braña, 2003; Başçınar ve diğ., 2003). Bu çalışmada da önemli ilişkiler elde edilmiştir.

Besin kesesi değerlendirme randımanı (KDR), serbest yüzme döneminde kaynak alabalığı için 8-13°C'de 0.65 (Dumas vd. 1995), kahverengi alabalık için 7-8.5°C'de 0.46 - 0.68 (Hansen, 1985) olarak bildirilmiştir. Örnekleme dönemleri arasındaki KDR değerlerinde bir dalgalanma söz konusudur. Bu dalgalanmanın su sıcaklığından kaynaklanabileceği izlenimi edinilmiş olmasına rağmen, KDR ile su sıcaklığı arasında önemli bir ilişki bulunamamıştır. Hansen ve Møller (1985), Atlantik salmonunda KDR değerlerinin örnekleme periyotları arasında değişim gösterdiğini bildirmiş, ancak su sıcaklığı ile ilişkisi konusunda bilgi vermemiştir.

Atlantik salmonunda yapılan çalışmada, substratlı ortamda yaş ağırlıkla gün arasında üçüncü dereceden polinomial ilişkiler belirlenmiştir. Substratın olmadığı ortamdaki ilişkiler ise önemsiz bulunmuştur (Peterson ve Martin-Robichaud, 1995). Bu çalışmada belirlenen ilişkiler ikinci derecedendir ve farklılıkların ortamdaki (Hansen ve Møller, 1985) kaynaklandığı belirtilebilir.

Bu çalışma sonuçlarına göre; ilk beslenmenin başlaması için belirli bir büyüklük ve ağız açıklığına kadar larvanın büyüme süresinin 16°C grubunda kısa olduğu; besin kesesinden maksimum yararlanmanın, metabolik gereksinimlerin en az olduğu 5°C grubunda ortaya çıktığı, su sıcaklığının, gün-derece ile boy ve ağırlık artışı arasında elde edilen modellerin katsayılarını (a , b_1 , b_2) etkilediği belirlenmiştir. Serbest yüzme evresine kadar hesaplanan gün-dereceler farklılık göstermiştir. Bu durumda her sıcaklık rejimi için ayrı "gün-derece" değerlerinin belirlenmesi ve ayrıca diğer Salmonidlerde varlığına dikkat çekildiği (Beer ve Anderson, 1997) gibi, farklı su sıcaklıklarına ait modellerin oluşturulması yararlı olacaktır.

Kaynakça

- Aydın, H., İ. Yandı, İ. 2002. The general status of spawning areas of Blacksea trout in the east Blacksea regions (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811), (in Turkish). E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 19, 3-4, 501-506.
- Başçınar, N., İ. Okumuş, R. Serezli. 2003. The development of brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchill, 1814) embryos during yolk sac period, Turkish Journal of Zoology, 27, 227-230.
- Beacham, T.D., C.B. Murray. 1990. Temperature, egg size, and development of embryos and alevins of five species of Pacific salmon: A comparative analysis, Transactions of American Fisheries Society, 111, 927-945.
- Beer, W.N., J.J. Anderson. 1997. Modelling the growth of Salmonid embryos, Journal of Theoretical Biology, 189, 297-306.
- Crisp, D.T. 1988. Prediction, from Temperature, of eyeing, hatching and 'swim-up' times for Salmonid embryos, Freshwater Biology, 19, 41-48.
- Dumas, S., J.M. Blanc, C. Audet, J. de la Noüe. 1995. Variation in yolk absorption and early growth of brook charr, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, and their hybrids, Aquaculture Research, 26, 759-764.
- Hansen, T. 1985. Artificial hatching substrate: Effect on yolk absorption, mortality and growth during first feeding of sea trout (*Salmo trutta*), Aquaculture, 46, 275-285.
- Hansen, T.J., D. Møller. 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.
- Heming, T.A., R.K. Buddington, 1988. Yolk absorption in embryonic and larval fishes. In: Fish Physiology, Eds: W.S. Hoar, & D.J. Randall, Vol: IX, Academic Press, New York.
- Hodson, P.V., B.R. Blunt. 1986. The effect of time from hatch on the yolk conversion efficiency of rainbow trout, *Salmo gairdneri*, Journal of Fish Biology, 29, 37-46.
- Ojanguren, A.F., F.G. Reyes-Gavilán, R.R. Muñoz. 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.
- Ojanguren, A.F., F. Braña, 2003. Thermal dependence of embryonic growth and development in brown trout, Journal of Fish Biology, 62, 580-590.
- Peterson, R.H., D.J. 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.
- Tabak, İ., M. Aksungur, M. Zengin, C. Yılmaz, C., N. Aksungur, A. Alkan, B. Zengin, D.S. Mısır, 2001. Research of bio-ecological specialty and culture features of Black Sea trout (*Salmo trutta labrax*) (in Turkish). Final Report, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Project No: TAGEM/HAYSUD/98/12/01/007, Trabzon, 2001.