

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KAYNAK ALABALIĞININ (*Salvelinus fontinalis* MITCHILL, 1814) DOĞU
KARADENİZ KOŞULLARINDA TATLISU VE DENİZ SUYUNDA KÜLTÜR
POTANSİYELİNİN İRDELENMESİ: OPTİMUM ÇEVRE İSTEKLERİ, DÖL
VERİMİ, BESLENME VE BÜYÜME ÖZELLİKLERİ**

Balık. Tekn. Yük. Müh. Nadir BAŞÇINAR

**T.C. YÖKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Doktor"**

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :10.05.2001
Tezin Savunma Tarihi : 29.06.2001**

109866

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. İbrahim OKUMUŞ
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Selçuk SEÇER
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Kadir SEYHAN**

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Asım KADIOĞLU

A. Kadioğlu

Trabzon 2001

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Programı'nda yapılmıştır. Bu araştırmanın giderleri büyük ölçüde KTÜ Araştırma Fonu tarafından desteklenen 99.117.001.4 nolu “Kaynak Alabalığının (*Salvelinus fontinalis*) Doğu Karadeniz Koşullarında Tatlısu ve Deniz Suyunda Kültür Potansiyelinin İrdelenmesi: Optimum Çevre İstekleri, Döl Verimi, Beslenme ve Büyüme Özellikleri” adlı projeden karşılanmıştır.

Genel olarak, kaynak alabalığının yetiştiricilik pratiği diğer alabalık türlerine benzemesine rağmen, optimum veya optimuma yakın yetiştiricilik gereksinimleri ile ilgili detaylı çalışmalar bulunmamaktadır. Mevcut çalışmalar daha ziyade, Kuzey Amerika'da doğal stoklar üzerinde yürütülmüştür. Bu tez çalışmasında, kaynak alabalığının Doğu Karadeniz koşullarında tatlısu ve deniz suyunda kültür potansiyeli irdelenerek, bu türü halen yetiştirmeye çalışan işletmeler başta olmak üzere, diğer işletmelere de bu tür hakkında detaylı bilgi sağlanması amaçlanmıştır.

Doktora tez danışmanlığımı üstlenen hocam Sayın Doç. Dr. İbrahim OKUMUŞ'a, çalışmalarında destek ve fedakarlıklarını esirgemeyen Eşim Balık. Tekn. Yük. Müh. N. Selda BAŞÇINAR ve oğlum M. Tarık BAŞÇINAR'a ve yardımlarını esirgemeyen diğer arkadaşlarıma teşekkür ederim. Ayrıca, yardımlarını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve balıkları çok seven rahmetli Hüseyin KARAHÜSEYİNOĞLU'na Allah'tan rahmet dilerim.

Nadir BAŞÇINAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ	X
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Kaynak Alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>)	3
1.3. Üreme ve Döl Verimi Üzerine Etki Eden Faktörler	7
1.3.1. Çevresel Faktörler	7
1.3.2. Yumurta Verimi ve Yumurta Büyüklüğü	8
1.3.3. Yumurta Kalitesi	9
1.4. Büyüme Kontrol Eden Faktörler	9
1.4.1. Su Sıcaklığı	9
1.4.2. Tuzluluk	12
1.4.3. Çözünmüş Oksijen	15
1.4.4. Büyüme Etkileyen Diğer Faktörler	16
1.5. Önceki Çalışmalar	17
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	26
2.1. Materyal	26
2.1.1. Balık Materyali	26
2.1.2. Araştırma Üniteleri	27
2.1.3. Yem Materyali	28
2.1.4. Diğer Araç ve Gereçler	30
2.2. Araştırma Planı	30
2.2.1. Yumurta Verimi, Yumurta Gelişimi ve Yavru Büyütme	30
2.2.2. Larval Gelişim (Besin Kesesi Absorpsiyonu)	32

2.2.3. Sıcaklığın Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi	32
2.2.4. Tuzluluğun Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi	33
2.2.5. Oksijen Tüketimi	33
2.3. Ağırlık ve Boy Ölçümü	34
2.4. Verilerin Değerlendirilmesi	35
2.4.1. Büyümenin Belirlenmesi	35
2.4.2. Kondisyon Faktörünün (K)	35
2.4.3. Yem Tüketiminin ve Yem Değerlendirme Oranı	35
3. BULGULAR	36
3.1. Yumurta Verimi, Kuluçka Randımanı ve Larva - Yavru Büyütme	36
3.1.1. Çevresel Parametreler	36
3.1.2. Yumurta Verimi ve Büyüklüğü	36
3.1.3. Embriyonal - Larval Gelişim ve Yaşama Oranları	41
3.2. Larval Gelişim (Besin Kesesi Absorpsiyonu)	45
3.3. Su Sıcaklığının Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi	53
3.3.1. Çevresel Faktörler	53
3.3.2. Büyüme	54
3.3.3. Kondisyon Faktörü	54
3.3.4. Yem Tüketim Oranı	58
3.3.5. Yem Değerlendirme Oranı	59
3.4. Tuzluluğun Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi	59
3.4.1. Çevresel Faktörler	59
3.4.2. Büyüme	60
3.4.3. Kondisyon Faktörü	63
3.4.4. Yem Tüketimi	64
3.4.5. Yem Değerlendirme Oranı	66
3.4.6. Ölüm Oranı	67
3.5. Oksijen Tüketimi	67
3.5.1. Sıcaklığın Oksijen Tüketimine Etkisi	67

3.5.2. Bireysel Büyüklüğün Oksijen Tüketimine Etkisi	68
4. TARTIŞMA	70
4.1. Yumurta Verimi, Kuluçka Randımanı ve Yavru Büyütme	70
4.2. Larval Gelişim (Besin Kesesi Absorpsiyonu)	74
4.3. Su Sıcaklığının Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi	76
4.4. Tuzluluğun Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi	79
4.5. Oksijen Tüketimi	82
5. SONUÇLAR	87
5.1. Yumurta Verimi, Kuluçka Randımanı ve Larva - Yavru Büyütme	87
5.2. Larval Gelişim (Besin Kesesi Absorpsiyonu)	87
5.3. Su Sıcaklığının Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi	88
5.4. Tuzluluğun Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi	88
5.5. Oksijen Tüketimi	89
6. ÖNERİLER	90
7. KAYNAKLAR	93
8. EKLER	105
ÖZGEÇMİŞ.....	114

ÖZET

Bu tezde, halen sadece birkaç alabalık işletmesinde ikinci tür olarak yetiştiriciliği yapılan kaynak alabalığının (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde tatlısu ve deniz suyundaki kültür potansiyelinin irdelenmesi amacıyla, çevresel gereksinimleri, döl verimi, beslenme ve büyüme özellikleri çalışılmıştır.

Kaynak alabalığının nisbi yumurta verimi üç yaşındaki anaçlarda 2843 ± 479 (2006-3572) adet/kg ve yumurta büyüklüğü 4.58 ± 0.254 (4.07-4.94) mm olarak belirlenmiştir. Yumurtalar, 217-278 GD'de gözlenmiş, 387-448 GD'de çıkış ve serbest yüzme 616-708 GD'de gerçekleşmiştir. Döllenmeden serbest yüzme aşamasına kadar meydana gelen toplam kayıp oranı 48 ± 23.7 olarak saptanmıştır. Yumurtadan çıkışta 12.1 ± 0.32 mm olan tam boy, serbest yüzme başlangıcında 19.0 ± 0.96 mm'ye, yaş ağırlık ise 72.5 ± 5.58 mg'dan 98.9 ± 6.22 mg'a ulaşmıştır. Besin kesesi değerlendirme randımanı (YCE) 0.50 olarak bulunmuştur.

Günlük değişken su sıcaklığı denemesi süresinde (9-21°C) yetiştirilen kaynak alabalıklarında ortalama ağırlık 26.63 ± 6.02 g'dan 56.66 ± 15.38 g'a; 16°C'de 26.47 ± 3.90 g'dan 58.32 ± 13.44 g'a ve 20°C'de ise 26.59 ± 4.28 g'dan 51.43 ± 13.58 g'a ulaşmış ve 20°C'deki balıkların önemli derecede yavaş büyüdüğü belirlenmiştir. Günlük yem tüketim oranı ise 16°C grubunda yüksek bulunmuştur.

Başlangıçta ortalama 37.0 ± 6.91 g (n=80) ağırlığındaki kaynak alabalıkları, çalışma sonunda tatlısuda 63.60 ± 14.34 g; ‰9-10 tuzlulukta 67.88 ± 13.89 g; ‰15-16 tuzlulukta 54.35 ± 15.89 g ve ‰23-24 tuzlulukta ise 42.85 ± 17.16 g olarak gerçekleşmiştir. Tatlısu grubu ile ‰9-10 tuzluluk grubu arasındaki farklılığın önemsiz, diğer grupların ise birbirinden önemli derecede farklı olduğu bulunmuştur.

Kaynak alabalığının 16°C ve 20°C'de rutin ve aktif oksijen tüketimleri sırasıyla, 141 ve 432, 221 ve 628 mgO₂/kg/saat olarak belirlenmiş ve aralarındaki farklılık önemli bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Kaynak Alabalığı, *Salvelinus fontinalis*, Üreme, Larval Gelişim, Büyüme, Sıcaklık, Tuzluluk, Oksijen Tüketimi, Yem Tüketimi, Doğu Karadeniz

SUMMMARY

Evaluation of Culture Potential of Brook Trout, *Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814, in Freshwater and Seawater Environments in the Eastern Black Sea: Optimum Environmental Requirements, Egg Production, Feeding and Growth Characteristics

In this thesis, culture potential (optimum environmental requirements, egg production, feeding and growth characteristics) of brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchell, 1814) as a second species in rainbow trout farms in the Eastern Black Sea has been evaluated.

Relative fecundity and egg size of brook trout were 2843 ± 479 (2006-3572) eggs/kg and 4.58 ± 0.254 (4.07-4.94) mm at age 3, respectively. Eyed, hatch and swimming periods were, 217-278, 387-448 and 616-708 day-degrees, respectively. Total mortality from egg to free swimming stage was estimated $\%48 \pm 23.7$. Total lengths and weights of alevins at hatching and before free swimming were 12.1 ± 0.32 and 19.0 ± 0.96 mm, 72.5 ± 5.58 and 98.9 ± 6.22 mg, respectively. Mean yolk conversion efficiency (YCE) was 0.50.

Mean weights at ambient (9-21°C), 16°C and 20°C temperature groups were increased from 26.63 ± 6.02 to 56.66 ± 15.38 ; 26.47 ± 3.90 to 58.32 ± 13.44 and 26.59 ± 4.28 to 51.43 ± 13.58 g, respectively, and growth rates of 20°C group was significantly lower than the others. Daily feed consumption rate was significantly higher at 16°C group, than those of other two groups.

Brook trout with initial size of 37.0 ± 6.91 g ($n=80$) reached 63.60 ± 14.34 g in freshwater, 67.88 ± 13.89 g at ‰9-10, 54.35 ± 15.89 g at ‰15-16 and 42.85 ± 17.16 g at ‰23-24. Although some kind of growth differences were observed between freshwater and ‰9-10 groups, it was not significant, whereas differences among the other groups were significant.

Routine and active oxygen consumption rates of brook trout were measured as 141 and 432, 221 and 628 mgO₂/kg/h at 16 and 20°C, respectively and differences were significantly important.

Key words: Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, Egg Production, Larval Development, Growth, Temperature, Salinity, Oxygen Consumption, Feed Consumption, Eastern Black Sea

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Kaynak alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>)	4
Şekil 2. Kaynak alabalığının doğal yayılım alanları (Scott ve Crossman, 1973)	5
Şekil 3. Yumurta kalitesi üzerine etki eden faktörler (Shepherd ve Bromage, 1988) ...	10
Şekil 4. Teleost balıklarda osmoregülasyon (A: Deniz, B: Tatlısu) (Okumuş, 2000a) .	13
Şekil 5. Yumurtaların kuluçkalanması ve yavruların ilk beslemelerinin yapıldığı akvaryum ve tablaların üstten görünüşü	29
Şekil 6. Denemenin yürütüldüğü araştırma akvaryumu	29
Şekil 7. Yumurtaların sağımı ile kuluçkalanması arasında izlenen prosedür	31
Şekil 8. Yumurtaların kuluçkalandığı (08 Ocak - 31 Mart 1999) (A), yavruların büyütüldüğü (01 Nisan - 03 Haziran 1999) (B) su sıcaklıkları	37
Şekil 9. Anaç ağırlığı (W) - yumurta verimi (F) ilişkisi	38
Şekil 10. Anaç boyu (L) - yumurta verimi (F) ilişkisi	49
Şekil 11. Anaç ağırlığı (W) - yumurta büyüklüğü (ED) ilişkisi	40
Şekil 12. Yumurta büyüklüğü (mm) - yumurta verimi (F) ilişkisi	40
Şekil 13. Yumurta büyüklüğü (mm) - yavru ağırlığı (mg) ilişkisi	42
Şekil 14. Serbest yüzme aşamasından sonra A4 ve A5'e ait ağırlıkça büyüme	45
Şekil 15. Kuluçkahane suyu sıcaklıkları (09 Aralık 2000 - 04 Mart 2001)	46
Şekil 16. Çıkıştan serbest yüzme evresine kadar 267 (523-790) GD süredeki larval gelişim A: Boy, B: Ağırlık	47
Şekil 17. Larva boyu (L; mm) ile kuru vücut ağırlığı (W_{kv} ; mg) ilişkisi	48
Şekil 18. Kuru kese ağırlığı, vücut ağırlığı ve toplam kuru larva ağırlığında gün- dereceye bağlı değişim	50
Şekil 19. Gün-dereceye bağlı olarak larvanın kurumadde ve su içeriğindeki değişim ...	51
Şekil 20. Larval (keseli) evre boyunca su sıcaklıkları (\pm sd) ve YCE (\blacktriangle) değerleri	53
Şekil 21. Değişken su grubunda ölçülen günlük su sıcaklıkları (A), tüm gruplarda haftalık O_2 (B) ve pH (C) değerleri	55
Şekil 22. Kaynak alabalığının farklı su sıcaklıklarındaki ağırlık (A) ve boy (B) artışı ..	56
Şekil 23. Farklı tuzluluklardaki büyütme denemesindeki su sıcaklığı varyasyonu ($^{\circ}C$). 60	
Şekil 24. Farklı tuzluluklarda büyüme; ağırlık (A) ve boy (B)	61
Şekil 25. $16^{\circ}C$ ve $20^{\circ}C$ 'deki oksijen tüketimi ($mgO_2/kg/saat$)	67
Şekil 26. Oksijen tüketimi ($mgO_2/kg/saat$) üzerine bireysel büyüklüğün etkisi	69

Şekil 27. Kahverengi alabalığın (<i>Salmo trutta</i>) sıcaklık gereksinimleri (Goddard, 1996)	77
Şekil 28. a) Su sıcaklığındaki değişimin yem tüketimi (I; düz çizgi) ve metabolizma (FE+UE; kesikli çizgi) üzerine etkileri (dikey kesik hat balığın tolerans gösterebileceği maksimum sıcaklık) b) Su sıcaklığındaki değişimin büyüme (P veya G) üzerine etkileri (Jobling, 1993)	78
Şekil 29. Beslenme ve oksijen tüketimi (SDA). Gölge alan yem alımından sonraki oksijen talebini göstermektedir (Jobling, 1993)	83

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Bazı Salmonidae türleri, kültür potansiyeli (Okumuş, 2000) ve 1997 yılı küresel üretim miktarları (ton) (FAO, 1999)	2
Tablo 2. <i>Salvelinus fontinalis</i> 'in (kaynak alabalığı) sinonimleri (Froese ve Pauly, 1999)	5
Tablo 3. Kaynak alabalığının bulunduğu FAO alanları (Froese ve Pauly, 1999)	5
Tablo 4. Kaynak alabalığının ülkeler arasında amaçlı transferi (Froese ve Pauly, 1999)	6
Tablo 5. Kaynak alabalığı ile ilgili önemli bazı çalışmalar	21
Tablo 6. Su sıcaklığı, tuzluluk ve oksijen tüketimi ile ilgili çalışmalarda kullanılan yemin besin madde içeriği (%) (Üretici firma tarafından beyan edildiği gibi).	30
Tablo 7. Kuluçkahane suyu kalite değerleri	36
Tablo 8. Anaç ağırlığı, yumurta verimi, toplam yumurta hacmi ve yumurta büyüklüğü değerleri	38
Tablo 9. Anaç ağırlığı ile yumurta verimi arasında yapılan regresyon analizi	39
Tablo 10. Anaç boyu ile yumurta verimi arasında yapılan regresyon analizi	39
Tablo 11. Yumurtaların gözlenme ve çıkış, larvaların serbest yüzme; tarih, süre, su sıcaklığı ile gündereceleri	41
Tablo 12. Döllenme ve serbest yüzme periyodunda yaşama ve kayıp oranları	42
Tablo 13. Anaç, yumurta ve yavru büyüklükleri	43
Tablo 14. Yumurta büyüklüğü ile yavru ağırlığı arasında yapılan regresyon analizi	43
Tablo 15. Larval gelişim esnasında ortalama ağırlık (W, mg), birey sayısı (n), spesifik büyüme oranı (SBO; %) ve su sıcaklığı (T; °C)	44
Tablo 16. Serbest yüzme aşamasından sonra A4 ve A5'e ait yavru ağırlıkları (mg) arasında yapılan istatistiksel analiz sonuçları	44
Tablo 17. Günderece ile larva boyu arasında yapılan regresyon analizi	46
Tablo 18. Günderece ile larva ağırlığı arasında yapılan regresyon analizi	48
Tablo 19. Gün-derece ile kuru kese ağırlığı (A), kuru vücut ağırlığı (B) ve toplam kuru larva ağırlığı (C) arasında yapılan regresyon analizi	49

Tablo 20.	Larval evrede (keseli) belirlenen boy (L; mm), ağırlık (W_y : yaş ağırlık, W_{kv} : kuru vücut ağırlığı, W_{kk} : kuru kese ağırlığı, W_{kvk} : kuru vücut+kese ağırlığı) (mg) değerleri	50
Tablo 21.	Larval evrede kurumadde ve su içeriğinde gözlenen varyasyon	51
Tablo 22.	Günderece ile larvanın su (A) ve kurumadde (B) oranı arasında yapılan regresyon analizi	52
Tablo 23.	Larval büyüme (mg/gün), besin kesesi tüketimi (mg/gün) ve besin kesesi değerlendirme randımanı (YCE)	52
Tablo 24.	Farklı su sıcaklıklarında büyütülen kaynak alabalıklarında ağırlık ve boy artışı (harfler gruplar arası farklılığı göstermektedir ($P<0.05$)	57
Tablo 25.	Su sıcaklığının etkileri çalışmasında yapılan istatistiksel analiz sonuçları A) Ağırlık (g), B) Boy (cm), C) Ağırlıkça SBO	57
Tablo 26.	Su sıcaklığının etkileri çalışmasında yem tüketimi için yapılan istatistiksel analiz sonuçları	59
Tablo 27.	Farklı tuzluluklarda büyütülen kaynak alabalıklarında ağırlık ve boy artışı (harfler gruplar arası farklılığı göstermektedir)	62
Tablo 28.	Tuzluluğun etkileri çalışmasında yapılan istatistiksel analiz sonuçları A) Ağırlık (g), B) Boy (cm)	62
Tablo 29.	Farklı tuzlulukta büyütülen kaynak alabalıklarının kondisyon faktörleri	63
Tablo 30.	Tuzluluğun etkileri çalışmasında kondisyon faktörleri için yapılan istatistiksel analiz sonuçları	64
Tablo 31.	Farklı tuzlulukta büyütülen kaynak alabalıklarının yem tüketim oranları	64
Tablo 32.	Tuzluluğun etkileri çalışmasında yem tüketimi için yapılan istatistiksel analiz sonuçları A) 7°C, B) 13°C ve C) 17°C	65
Tablo 33.	Tuzluluğun etkileri çalışmasında yem değerlendirme oranları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları	66
Tablo 34.	Kaynak alabalığının 16°C ve 20°C'deki oksijen tüketimi	68
Tablo 35.	Farklı büyüklükteki kaynak alabalıklarının 17°C'deki oksijen tüketimi	69
Tablo 36.	Bazı Salmonidlerin nispi yumurta verimi (F; ad/kg) (Shepherd ve Bromage, 1988)	71
Tablo 37.	Bazı araştırmacıların kaynak alabalığı için bildirdiği yumurta büyüklükleri	71
Tablo 38.	Bazı salmonidlerin, gözlenme, çıkış ve ilk beslenme süreleri (gün-derece)	72

Tablo 39.	Bazı Salmonidlerin yumurtalarının gelişim evrelerindeki (1: döllenme-ilk 36 saat, 2: ilk 36 saat-gözlenme, 3: gözlenme-çıkış, 4: çıkış-serbest yüzme) yaşama oranları (%)	73
Tablo 40.	Kaynak alabalığı yavrularında ağırlıkça büyüme (g) ve spesifik büyüme oranları	74
Tablo 41.	Rakıma bağlı olarak 16 °C ve 20 °C'de suyun oksijen içeriğinin belirlenmesindeki düzeltme faktörleri, suyun O ₂ içeriği (mg/l) ve stoklanabilecek kaynak alabalığı miktarları (SBM; kg)	85
Ek Tablo 1.	Yumurtaların kuluçkalandığı (08 Ocak - 31 Mart 1999) ve larva ve yavruların büyütüldüğü dönemdeki günlük (01 Nisan - 03 Haziran 1999) su sıcaklıkları	105
Ek Tablo 2.	Yumurta verimi ve büyüklüğün belirlenmesi çalışmasında kullanılan anaçlara ait veriler (W: anaç ağırlığı (g), L: boy (mm), TYH: toplam yumurta hacmi (ml), ED: yumurta büyüklüğü (mm), F: yumurta verimi)	106
Ek Tablo 3.	Döllenmeden serbest yüzme aşamasına kadar yaşayan yumurta ve larva sayıları (adet)	106
Ek Tablo 4.	Larval gelişimin belirlenmesi çalışmasında ölçülen günlük kuluçka suyu sıcaklıkları (09 Aralık 2000 - 04 Mart 2001)	107
Ek Tablo 5.	Larval gelişimin belirlenmesi amacıyla örneklenen tüm bireylere ait veriler boy (L; cm), yağ ağırlık (W _{yağ} ; mg), kuru vücut ağırlığı (W _{vücut} ; mg) kuru kese ağırlığı (W _{kese} ; mg), toplam kuru ağırlık (W _{vücut+kese}), kurumadde oranı (%) ve su oranı (%)	107
Ek Tablo 6.	Su sıcaklığının etkilerinin belirlenmesi çalışmasında değişken su sıcaklığı grubunda ölçülen günlük su sıcaklıkları (T; °C)	110
Ek Tablo 7.	Su sıcaklığının etkilerinin belirlenmesi çalışmasında haftalık ölçülen çözünmüş oksijen (O ₂ ; mg/l) ve pH değerleri	110
Ek Tablo 8.	Su sıcaklığının etkileri çalışmasında kullanılan tekerrürlere ait ortalama ağırlık (W), boy (L) ve ağırlıkça spesifik büyüme oranı (SBO) değerleri	110
Ek Tablo 9.	Su sıcaklığının etkilerinin belirlenmesi çalışmasında hesaplanan yem tüketim oranları (FC)	111
Ek Tablo 10.	Tuzluluğun etkilerinin belirlenmesi çalışmasında ölçülen günlük su sıcaklıkları (T; °C)	111

Ek Tablo 11. Tuzluluğun etkilerinin belirlenmesi çalışmasında kullanılan tekerrürlere ait ortalama ağırlık (W), boy (L) değerleri	111
Ek Tablo 12. Farklı tuzlulukta büyütülen kaynak alabalıklarının yem tüketim oranları	112
Ek Tablo 13. Farklı tuzlulukta büyütülen kaynak alabalıklarının tüm çalışma boyunca belirlenen yem değerlendirme oranları	112
Ek Tablo 14. Kaynak alabalığının 16°C ve 20°C'deki oksijen tüketimi (mgO ₂ /kg/saat) değerleri	112
Ek Tablo 15. Farklı büyüklükteki kaynak alabalıklarının 17°C'deki oksijen tüketimi (mgO ₂ /kg/saat) değerleri	113



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Salmonidler, üzerinde en fazla çalışılmış olan türlerdir. Bunun nedenleri ise; ilginç hayat hikayeleri, gerek türler arası (Ovenden vd, 1993) gerekse aynı türün farklı ortamlarda yaşayan stokları arasındaki genetik farklılıklar (Liskauskas ve Ferguson, 1991; Ferguson vd, 1995), dış görünüşünün ilgi çekici olması, et özellikleri (Okumuş vd, 1998a) ve yetiştiricilik çalışmalarında başarı oranının diğer türlere nazaran yüksek olmasıdır (Çelikkale, 1994). Ayrıca Salmonidler sportif avcılıkta popüler türlerdir (Froese ve Pauly, 1999).

Sazan (*Cyprinus carpio*)'dan sonra yetiştiriciliği yapılan ilk tür Salmonidlerden gökkuşuğu alabalığıdır (*Oncorhynchus mykiss*). İlk gökkuşuğu alabalığı yumurtası transferi 1874 yılında Kaliforniya'dan New York'a yapılmıştır. ABD Balık Komisyonu gökkuşuğu yumurtası almaya 1879 yılında başlamıştır. İlk başarılı deniz aşırı gökkuşuğu alabalığı taşınımı ise 1877 yılında Kuzey Amerika'dan Tokyo'ya, ardından 1885'de Londra ve Stirling'e gerçekleştirilmiştir (Gall ve Crandel, 1992). Avrupa'da salmon (Heen vd, 1993) ve gökkuşuğu alabalığının (Gall ve Crandel, 1992) ilk ticari yetiştiriciliği ise 1890'da Danimarka'da başlamıştır. Günümüzde yetiştiricilik yoluyla üretilen salmonidlerin küresel miktarı ise 1997 yılında 1 222 255 tona ulaşmıştır (FAO, 1999). Genellikle, salmonlar, fileto et, tütülenmiş ve konserve halinde tercih edildiklerinden 1 kg civarında, alabalıklar ise 150-250 g arasında pazarlanmaktadır.

Dünya genelinde yetiştiriciliği yapılan ve deneme aşamasında olan bir çok Salmonidae türü mevcuttur. Bu salmonidlerin hepsi yetiştiricilik için arzu edilen özelliklere sahip değildir (Tablo 1) (Okumuş, 2000a). Yetiştiricilik için, hızlı büyüme yeteneğine sahip ve ortam şartlarına iyi uyum sağlayabilen balıklar tercih edilmektedir. Bu amaçla yapılan ıslah çalışmaları hızlı bir şekilde devam etmekte ve önemli gelişmeler kaydedilmektedir.

Biyo-ekolojisi ve yetiştiriciliği üzerinde çalışılan salmonidlerden birisi de Kuzey Amerika kökenli kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*)'dır. Bu tür, ABD ve Kanada'da pek çok göl, gölet ve akarsulara, morfolojik çekiciliği ve davranış özellikleri ve sportif balıkçılık amacıyla stoklanmış ve dünyanın pek çok ülkesindeki uygun habitatlara transfer edilmiştir (Froese ve Pauly, 1999). Biyo - ekolojik çalışmalar hemen hemen yayılım

Tablo 1. Bazı Salmonidae türleri, kültür potansiyeli (Okumuş, 2000a) ve 1997 yılı küresel üretim miktarları (ton) (FAO, 1999).

	Tür Adı	Kültür Potansiyeli	Üretim
Alabalıklar	Gökkuşağı alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Çok yüksek	428 963
	Katrot alabalık (<i>Salmo clarki</i>)	Fazla yaygın değil	-
	Kahverengi alabalık (<i>Salmo trutta</i>)	Düşük	6 877
	Kaynak alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>)	Düşük	752
	Alp alası (<i>Salvelinus alpinus</i>)	Düşük	734
	Göl alası (<i>Salvelinus namaycush</i>)	Çok düşük	-
Salmonlar	Atlantik salmonu (<i>Salmo salar</i>)	Çok yüksek	638 951
	Pembe salmon (<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>)	Düşük	-
	Chum veya keta salmon (<i>Oncorhynchus keta</i>)	Düşük	252
	Koho salmonu (<i>Oncorhynchus kisutch</i>)	Yüksek	88 431
	Sokeye salmonu (<i>Oncorhynchus nerka</i>)	Düşük	-
	Kral salmonu (<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>)	Düşük	9 744
	Masu salmon (<i>Oncorhynchus masou</i>)	Düşük	-

gösterdiği tüm habitatlarda yapılmış olmasına rağmen yetiştiriciliği ile ilgili çalışmalar son derece azdır. Dış görünüşündeki çekiciliğe rağmen nisbeten yavaş büyümesi nedeniyle, ekonomik açıdan büyük değerlere sahip olan kahverengi alabalık (*Salmo trutta*) ve Alp alası (*Salvelinus alpinus*) ile yapılan hibridasyon çalışmaları da mevcuttur (Özden, 1985). Ülkemizde ise sadece Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki birkaç alabalık işletmesinde yetiştirilen kaynak alabalığının Okumuş vd. (1998a) ve Çelikkale vd. (1999) tarafından kültür potansiyeline dikkat çekilmiştir. Özellikle soğuk suları tercih eden kaynak alabalığının, su sıcaklığı 20°C'yi geçmeyen alabalık işletmelerine tavsiye edilebilmesi, türün gereksinimlerinin ortaya konması ile mümkündür.

Kaynak alabalığının pazar değeri ve albenisi konusunda Doğu Karadeniz'de yapılmış tek çalışma Köse vd. (1998) tarafından gerçekleştirilmiş olmasına rağmen, bu konudaki bilgi ve gözlemler tüketici ile yapılan görüşmelerden dolayı uzun süredir bilinmektedir. Bu tercihin sebeplerinden birisi de Doğu Karadeniz'de doğal olarak bulunan dere alası (*Salmo trutta*) ile olan renk ve dış görünüş benzerliğidir.

Ülkemizde kaynak alabalığının büyüme özellikleri üzerine bir kaç çalışma yapılmış olmasına karşın, yetiştiricilikte temel gereksinim olan üreme özellikleri, yumurta ve larva kalitesi ve çevresel gereksinimleri henüz çalışılmamıştır. Oysa, bu özellikler genotip yanında daha ziyade çevresel faktörler (suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri) ve bakım-besleme tarafından belirlenmektedir. Bu nedenle farklı bölge ve işletmelerde farklı koşullar altında yetiştirilen stokların özelliklerinin mümkün olduğunca tek tek incelenmesi

gereklidir, çünkü genotip ve çevre yanında bunların etkileşimi de stok veya populasyonlar arasında veya aynı stokta zamanla değişim göstermektedir.

Gökkuşuğu alabalığı ve salmonlarla karşılaştırıldığında yetiştiricilik açısından çok fazla popüler olmayan kaynak alabalığının 1997 verilerine göre yıllık küresel üretimi 752 ton civarındadır (FAO, 1999). Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan Salmonidlerin miktarları resmi kayıtlara alabalık ve salmon (*Salmo salar*) başlığında toplanmıştır. Kaynak alabalığı, DİE Su Ürünleri İstatistiklerinde alabalık kategorisinde değerlendirilmiştir. Bu nedenle üretim miktarı tam olarak bilinmemektedir. 1999 yılı verilerine göre ülkemizde toplam 63000 ton su ürünleri yetiştirilmiştir ve bunun 38570 tonunu (yaklaşık %61) salmonidler oluşturmuştur (DİE, 2001).

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan türler; gökkuşuğu alabalığı, aynalı sazan (*Cyprinus carpio*), çipura (*Sparus aurata*), deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*), karides (*Penaeus sp*), midye (*Mytilus galloprovincialis*) ve Atlantik salmonu (*Salmo salar*) dur. Bu türlerden gökkuşuğu alabalığı ve aynalı sazan içsulara, diğerleri ise denizde üretilmektedir. Dolayısıyla içsulara üretilen türlerin çeşitlendirilmesi, tüketicilere yeni alternatifler sunulması yararlı olacaktır. Bu çalışma ile yetiştiricilikte alternatif soğuksu türlerinden biri olabileceği düşünülen kaynak alabalığının yumurta verimi ve büyüklüğü, larva kalitesi ve gelişimi, temel çevresel gereksinimleri ve beslenme ve büyüme özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

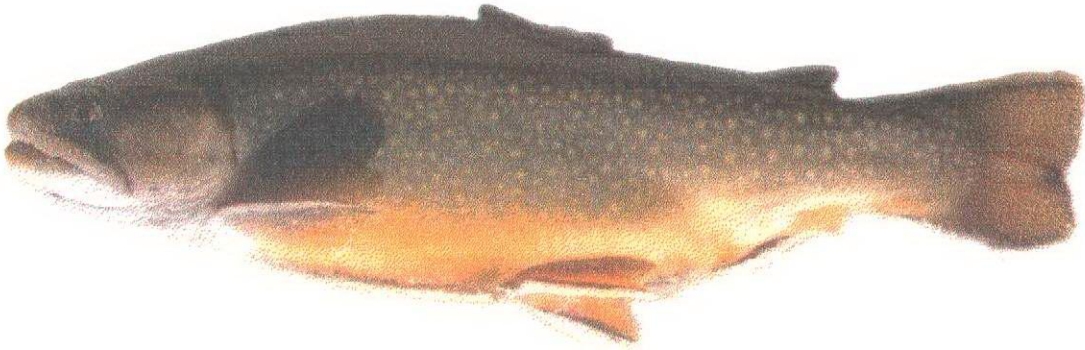
1.2. Kaynak Alabalığı (*Salvelinus fontinalis*)

Kaynak alabalığı (Şekil 1) Kuzey Amerika kökenli (Şekil 2) tipik bir Salmonidae türü olup 1814 yılında Mitchill tarafından *Salvelinus fontinalis* olarak isimlendirilmiştir. Diğer araştırmacılar ve Mitchill tarafından verilen diğer sinonim isimler ise rağbet görmemiştir (Tablo 2) (Froese ve Pauly, 1999).

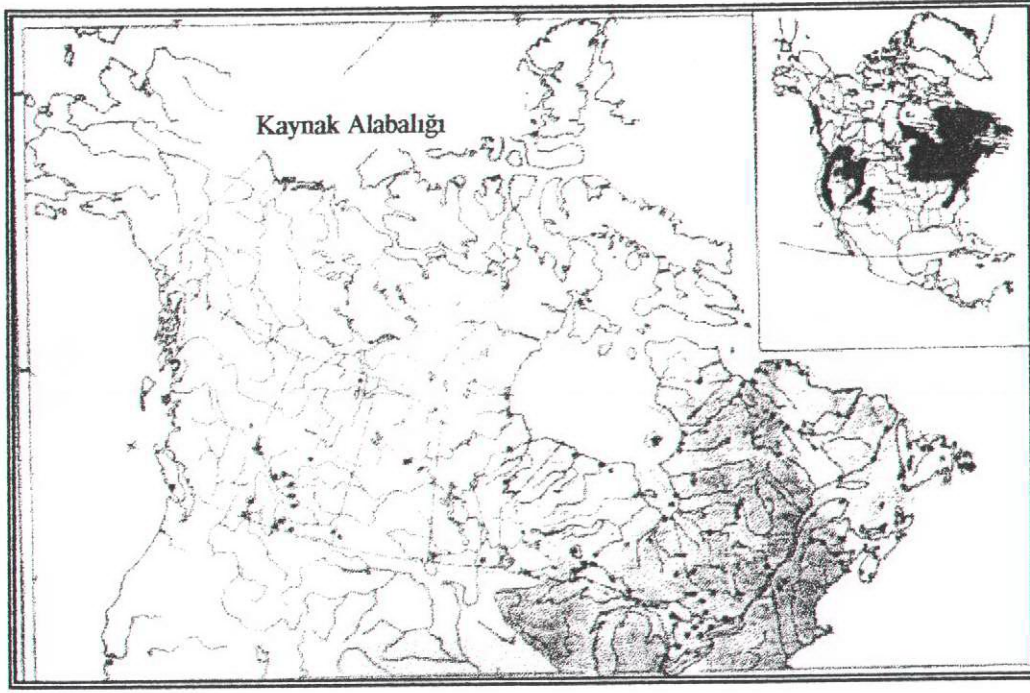
Kaynak alabalığı Amerika ve Avrupa kıtalarının tamamına ve güneyde Yeni Zelanda'ya kadar götürülmüştür (Tablo 3 ve 4) (Froese ve Pauly, 1999).

Bu tür Avrupa'ya 19. yüzyılın sonlarında getirilmiş ve bugün hemen hemen tüm ülkelerde kültür stokları ve yüksek kesimlerdeki göl ve akarsularda doğal stokları bulunmaktadır (Çelikkale, 1994). Kaynak alabalığının Kuzey Amerika'daki doğal populasyonun hem tamamen tatlısu hem de anadrom varyetelerinin bulunduğu bildirilmektedir (Scott ve Crossman, 1973; McCormick vd, 1985). Kahverengi alabalıklarla çok benzer, hatta aynı habitatlarda yaşar ve besinlerle beslenirler. Aynı

habitatları paylaştıkları durumlarda orijinal doğal yayılım alanlarında bile genel olarak rekabeti kahverengi alabalıkların kaybettikleri ileri sürülmesine rağmen, kültür koşullarında gökkuşuğu alabalığı veya diğer Salmonidae türleri ile aynı ortamda yetiştirilmeleri durumunda oluşacak olan rekabetin ne olacağı kesin olarak bilinmemektedir. Kaynak alabalıkları gökkuşuğu alabalıkları ile hemen hemen aynı yaşlarda (erkekleri 2, dişileri 3 yaşında) cinsi olgunluğa ulaşırlar, fakat gökkuşuğu alabalığından biraz daha erken yumurtlarlar. Örneğin; Doğu Karadeniz Bölgesi'nde kültür koşullarında kaynak alabalıkları kasım-aralık, gökkuşuğu alabalıkları ise ocak-şubat aylarında sağıma hazır hale gelirler (Okumuş vd., 1998a). Dişileri 1 kg canlı ağırlığa ortalama 2000 yumurta verirler. Kuluçka periyodu 440 gün-derece civarındadır ve tercih edilen kuluçka suyu sıcaklığı 4-12 °C'dir (Shepherd ve Bromage, 1988). Gökkuşuğu alabalıklarına göre gerek doğal ortamda gerekse kültür şartlarında daha yavaş gelişirler. Doğal yayılım alanlarında 90 cm boy ve 7 kg ağırlığa, Avrupa ülkelerinde ise 30-50 cm boya ve 1-3 kg ağırlığa ulaştıkları bildirilmektedir. Özellikle kültür koşullarında yavaş gelişmesinin (örneğin; Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ticari işletmelerde gökkuşuğu alabalığı 12-16 ayda pazarlanabilir ağırlığa ulaşırken, aynı işletmelerde kaynak alabalığı için bu süre 2 yıla yaklaşmaktadır) ve bu nedenle fazla tercih edilmemesinin nedenleri başta sıcaklık olmak üzere su kalitesindeki değişimlere ve yüksek su sıcaklığına karşı daha hassas olmaları ve gökkuşuğu alabalıkları kadar aktif yem almamalarıdır (Okumuş vd., 1998a).



Şekil 1. Kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*)



Şekil 2. Kaynak alabalığının doğal yayılım alanları (Scott ve Crossman, 1973).

Tablo 2. *Salvelinus fontinalis*'in (kaynak alabalığı) sinonimleri (Froese ve Pauly, 1999).

Sinonim	Araştırmacı
<i>Salmo immaculatus</i>	Linnaeus, 1758
<i>Salmo fontinalis</i>	Mitchill, 1814
<i>Baione fontinalis</i>	Mitchill, 1814
<i>Salmo canadensis</i>	Griffith & Smith, 1834
<i>Salmo hudsonicus</i>	Suckley, 1861
<i>Salvelinus timagamiensis</i>	Henn & Rinkenbach, 1925

Tablo 3. Kaynak alabalığının bulunduğu FAO alanları (Froese ve Pauly, 1999).

FAO alanları	Ortam	Statü	Not
Afrika	İçsular	Transfer	Tamamı
Kuzey Amerika	İçsular	Doğal	Orta Amerika dahil
Güney Amerika	İçsular	Transfer	
Asya	İçsular	Transfer	
Avrupa	İçsular	Transfer	Eski SSCB hariç
Okyanusya	İçsular	Transfer	
Kuzeybatı Atlantik		Doğal	
Kuzeydoğu Atlantik		Transfer	
Akdeniz ve Karadeniz		Transfer	
Kuzeybatı Pasifik		Transfer	

Tablo 4. Kaynak alabalığının ülkeler arasında amaçlı transferi (Froese ve Pauly, 1999).

Yıl / Periyot	Nereden...	nereye...	Bilgi	Ekolojik etkiler
1869 - 1871	ABD	İngiltere	Var	
1870	Danimarka	Norveç	Var	
1872	Danimarka	İsveç	Var	Var
1872	Almanya	İsveç	Var	Var
1876	Kaliforniya, ABD	Havai	Yok	
1877 - 1887	ABD	Yeni Zelanda	Var	Muhtemelen yok
1883	Almanya	İsviçre	Var	Muhtemelen var
1890	Bilinmiyor	Çekoslovakya	Var	
1890	ABD	Almanya	Var	
1890 - 1899	ABD	Belçika	Muhtemelen var	Muhtemelen yok
1890 - 1899	Almanya	Polonya	Var	
1892	Avusturya	Yugoslavya	Muhtemelen var	
1895	Almanya	Finlandiya	Muhtemelen var	Bilinmiyor
1895	Almanya	Danimarka	Var	
1895	ABD	Finlandiya	Muhtemelen var	Bilinmiyor
1896	Almanya	Estonya	Yok	Yok
1900 - 1997	Bilinmiyor	Portekiz	Yok	Bilinmiyor
1900-1924	ABD	USSR	Yok	
1901	ABD	Japonya	Var	
1904	ABD	Arjantin	Var	
1904	ABD	Grenoble	Var	Bilinmiyor
1908	Quebec (Kanada)	İngiliz Kolombiyası	Var	
1925-1949	Almanya	Macaristan	Muhtemelen var	Var
1930	Çekoslovakya	Bulgaristan	Muhtemelen var	
1934	Fransa	İspanya	Muhtemelen var	
1937	ABD	Venezüella	Var	
1941	Fransa	Fas	Yok	
1948	Şili	Bolivya	Var	
1950	UK	Kenya	Var	Bilinmiyor
1950	ABD	Güney Afrika	Yok	
1955	Güney Afrika	Zimbabve	Var	
1955	Bilinmiyor	Kolombiya	Yok	
1955	ABD	Peru	Var	
1960	Kanada	Hindistan	Muhtemelen yok	Muhtemelen yok
1970	Almanya	Avusturya	Var	
1971	İtalya	Kıbrıs	Yok	
1974	Avustralya	Papua Yeni Gine	Var	
19. yüzyıl	ABD	İtalya	Var	
19. yüzyıl	Belçika	Hollanda	Yok	
19. yüzyıl	Avusturya	Romanya	Var	Muhtemelen var
Bilinmiyor	Bilinmiyor	Iran	Muhtemelen var	
Bilinmiyor	ABD	Meksika	Yok	
Bilinmiyor	Kanada	Şili	Var	
Bilinmiyor	Bilinmiyor	Yunanistan	Yok	
Bilinmiyor	Bilinmiyor	Ekvator		
Bilinmiyor	Bilinmiyor	Avustralya	Var	
Bilinmiyor	Bilinmiyor	Litvanya	Var	
Bilinmiyor	Bilinmiyor	Türkiye	Yok	

Farklı bir vücut (sırt; koyu zeytin rengi üzerinde açık renkli hareler, yanlar; daha açık renkte olup, sarı-kırmızı noktalar içerir; karın, beyaz, sarı - kırmızı; kuyruk yüzgecinde birkaç enine koyu şerit vardır, göğüs, karın ve anal yüzgeçlerinin ön kenarları siyah ve

beyaz bantlarla çevrilmiştir, ağzı çok geniş ve çeneleri diğer alabalıklara nazaran daha uzundur (Şekil 1)), et rengi (portakal rengi) ve lezzete sahip olmaları nedeniyle alabalık ve salmon çiftliklerinde ikinci tür olarak yetiştirilmektedir (Okumuş vd., 1998a).

1.3. Üreme ve Döl Verimi Üzerine Etki Eden Faktörler

1.3.1. Çevresel Faktörler

Üreme ve döl verimi üzerine etki eden çevresel faktörler arasında su sıcaklığı ve fotoperiyot önemli yer tutmaktadır. Çevresel şartlardaki değişimler cinsi olgunluk yaşı, sağım zamanı, yumurta verimi ve yumurta kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir (Okumuş vd. 1997).

Bromage ve Cumaranatunga (1988) tarafından, yumurta kalitesi üzerine su sıcaklığının önemli etkisi olduğu, 10 °C'den çok düşük veya çok yüksek su sıcaklığında yumurta kalitesinde önemli düşüş olduğu belirlenmiştir. Stevenson (1987), su sıcaklığının 18°C'den daha yüksek olduğu durumlarda yumurtaların açılmadığını, 4°C'lik su sıcaklıklarında ise bazı ölümlerin olduğunu, yumurtalar gözlenmeden önce su sıcaklığı 5°C'nin altına düşmediği sürece yaşama oranının yüksek olduğunu, gözlendikten sonra su sıcaklığı 4 °C'nin altına düşse bile kayıp oranının yüksek olmadığını bildirmektedir.

Yumurtaların oksijen ihtiyacı su sıcaklığı ve embriyonun gelişme devreleri ile değişmektedir. Örneğin; bir alabalık yumurtasının oksijen ihtiyacı 10 °C'de, 0 °C'dekine nazaran 30 kat daha fazladır. Yumurtanın döllenenmesinden hemen sonraki oksijen ihtiyacı da açılmadan hemen önceki embriyonun ihtiyacı olandan 20 kat daha azdır. Bir yumurta açılışa kadar 3 mg oksijen harcar. Buna rağmen, yumurtadan çıkmış larvanın oksijen ihtiyacı yumurtadan 10 kat daha fazladır (Çelikkale, 1994).

Gonadlarının gelişiminin gün uzunluğu ve ışık şiddetindeki değişimlerce başlatıldığı türlerin hemen hepsi gün uzunluğunun yıllık olarak değişen döngüsünde spesifik fazlarda yumurtlarlar. Salmonidae türlerinin çoğunluğu kuzey yarım kürede azalan ve kısa gün uzunluğunda sonbahar sonu ve kış aylarında yumurtlarlar. Buna karşın, diğer fotoperiyodik türler yılın farklı zamanlarında yumurtlarlar. Örneğin; çoğu yassı balık günlerin uzun olduğu ilkbahar aylarında buna karşın, çipura ve levrek yılın erken aylarında kısa fakat uzamaya başlamış gün uzunluğunun etkisi altında yumurtlarlar (Okumuş, 2001).

Salmonidae türleri ve deniz levreğinde fotoperiyodun mevsimsel değişim oranının bir yıldan daha kısa veya uzun süreye ayarlanması sırasıyla yumurtlama zamanının öne alınmasını ve geciktirilmesini sağlamıştır. Bu değişim yumurta ve larva kalitesi üzerinde

önemli bir negatif etkiye sahip gözükmemektedir. Sabit uzun gün uygulamasını izleyen kısa günlerde benzer şekilde yumurtlama zamanının 3-4 ay öne alınmasını sağlar. Balıklar yıl boyunca sabit kısa gün uygulamasına veya sabit uzun günler tarafından izlenen kısa günlere maruz tutularak 3-4 aylık bir gecikme sağlanabilir (Okumuş, 2001).

Sabit fotoperiyot uygulamaları, kesinlikle modifiye edilmiş mevsimsel fotoperiyot döngüleri kadar kompleks değildir ve bu yüzden ticari çiftliklerde uygulanması ve yönetimi daha kolaydır.

1.3.2. Yumurta Verimi ve Yumurta Büyüklüğü

Yumurta verimleri bakımından balık türleri arasında önemli farklılıklar mevcuttur. Örneğin; Salmonidler sadece bir kaç bin yumurta üretirken, yassı balıklar ve diğer deniz türleri bir yumurtlamada milyonlarca yumurta bırakırlar (Bromage ve Cumaranatunge, 1988). Ayrıca bir çok deniz balığı günlük ve/veya haftalık aralıklarla partiler halinde yumurta bırakırlar ve yumurtlama mevsimi 2-3 ay devam eder. Buna karşın, Salmonidler yumurtalarını bir defada bırakırlar veya sağılırlar. Bu tür farklılıklar damızlık stok tesislerinin planlanması ve yönetimi üzerinde çok büyük öneme sahiptir.

Yumurta verimi ve yumurta büyüklüğünü etkileyen faktörlerden birisi de damızlık balığın büyüklüğüdür. Genel olarak anaç balığın büyüklüğü arttıkça, yumurta verimi ve üretilen yumurtaların çapı da artar. Bu, özellikle Salmonidlerde görülebilir. Bununla beraber, gökkuşağı alabalığında anaç balık büyüklüğünün artması ile yumurta veriminde göreceli olarak azalan bir artış söz konusudur (Bromage vd., 1990; 1992). Buna göre, daha büyük anaçlar daha düşük nisbi yumurta verimine (yani, anaç balığın sağım sonrası birim ağırlığı başına üretilen yumurta miktarı) sahiptirler.

Yumurta verimi ve yumurta büyüklüğünü belirleyen üçüncü bir faktör de anaçların genotipik yapısıdır. Bromage vd. (1990), 12 ticari gökkuşağı alabalığı stoğu ve Abée ve Hindar (1990), dokuz doğal kahverengi alabalık popülasyonu üzerinde çalışmışlardır. Kovaryans analizi ile anaçlar arasındaki büyüklük farkını yok ettikten sonra, maksimum yumurta verimine sahip stoğun en düşük yumurta verimine sahip olanların iki katı yumurta verdiklerini belirlemişlerdir. Buna karşın, damızlık stokları arasında yumurta büyüklüğü bakımından gözlenen farklılık daha az (en büyük ve en küçükler arasındaki farklılık %10 civarında) bulunmuştur. Sonuç olarak bu bulgular damızlık seçimi veya seleksiyonun, üretilen yumurta sayısı ve büyüklüğü üzerinde çok önemli etkilere sahip olabileceğini göstermektedir.

Balığın hızlı büyümesini sağlayarak yumurta verimi üzerine indirekt etki yapan besleme, yumurta verimi ve yumurta büyüklüğü üzerinde direkt etkilere de sahiptir. Buna göre, gökkuşağı alabalıklarının yıl boyunca normal günlük yem miktarlarının yarısı veya üçte biri ile beslenmesi yumurta veriminin önemli oranda azalmasına neden olur (Bromage vd, 1992).

1.3.3. Yumurta Kalitesi

Yumurta kalitesi, yaşama gücünü belirleyen yumurta özelliği olarak tanımlanabilir. Genel olarak bir çok türün yetiştiriciliğinde, örneğin; levrek, çipura, kalkan vs yumurtalarında ölüm oranı çok yüksek olup, yapay yeme başlama evresine kadar olan yaşama oranı çoğu kez %5'den daha azdır. Sadece Salmonidler yüksek yumurta ve larva kalitesine sahiptirler. Bunlarda bile kuluçkahanede ilk birkaç ayda yumurta ve larvaların 2/3'ü zayi olabilir (Bromage vd., 1992).

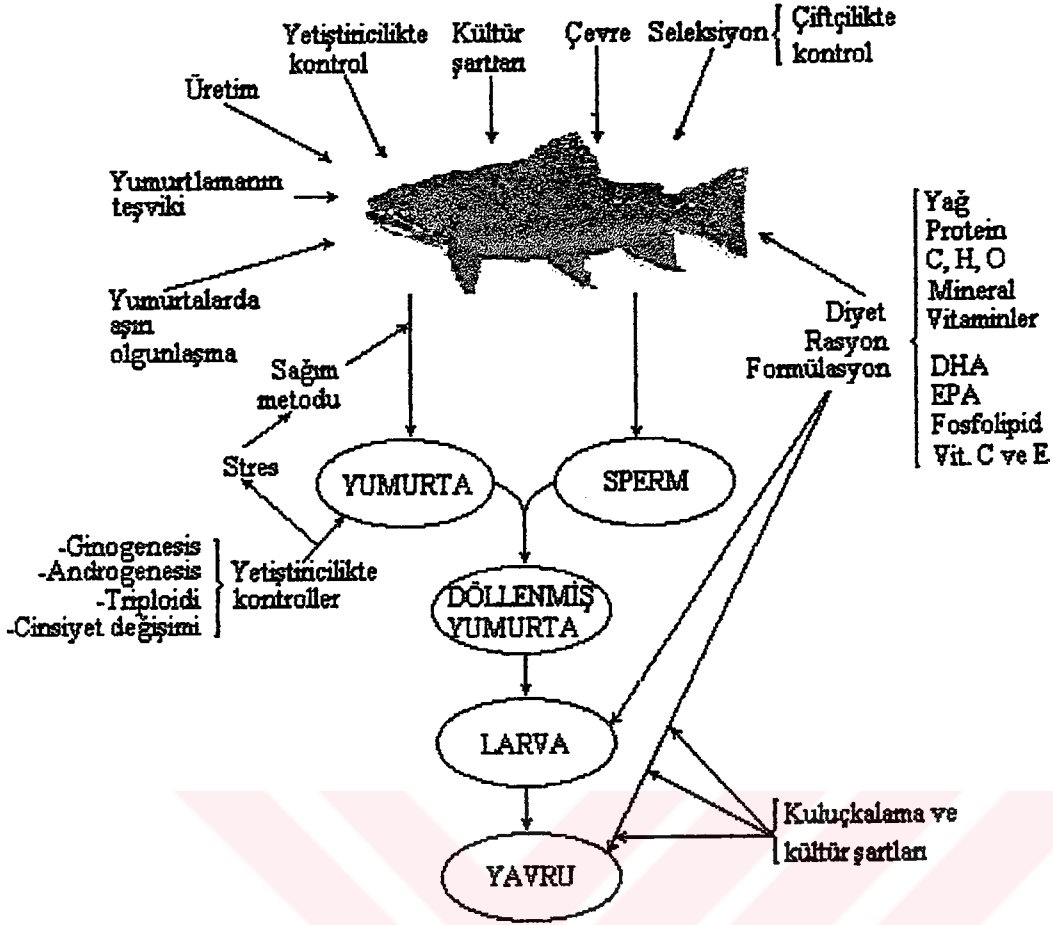
Bir çok faktörün muhtemel nedenler olarak ileri sürülmesine rağmen (Şekil 3), yumurta kalitesini belirleyen faktörler hakkında çok az bilgi mevcuttur. Aynı zamanda yumurta kalitesinin belirlenmesinde kullanılacak güvenilir metodlar ile ilgili olarak fikir birliği de yoktur. Eğer yumurta ve larva kalitesini belirleyen faktörlerle ilgili kesin bir sonuca varılacaksa standart metod veya metodların geliştirilmesi zorunlu bir ön şarttır. Ayrıca söz konusu metodların yetiştirici tarafından kullanılabilmesi için basit, çıkış veya yaşama gücü olmayan yumurtalarla kuluçkahane ünitelerinin boş yere işgal edilmesini ve personelin zamanının boş yere harcanmasını önleyebilmek için bu yöntemler yumurtaların kuluçka süresinin erken evrelerinde uygulanabilir olmalıdır.

1.4. Büyüme Kontrol Eden Faktörler

Bu bölümde, bölgemizdeki pek çok akarsu alabalık yetiştiriciliği için uygun özellikleri gösterdiği için büyüme üzerine etkileri önemli olan bazı parametreler verilmiştir. Bu bilgiler büyük oranda Heen vd. (1993) ve Okumuş'a (2000a) dayanmaktadır.

1.4.1. Su Sıcaklığı

Yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan tüm su canlıları soğuk kanlı veya poikilotermik olarak kabul edilmektedir. Bununla beraber, bu tam anlamıyla doğru değildir. Çünkü bir



Şekil 3. Yumurta kalitesi üzerine etki eden faktörler (Shepherd ve Bromage, 1988).

çok poikilotermik canlı vücut sıcaklıklarını düzenleyememektedirler ve fizyolojik ve davranış mekanizmaları için vücut sıcaklığını belirli sınırlar içinde tutmak zorundadırlar. Bu mekanizmalar, ışık, arama, göç hareketleri, vücut yüzeyinde sirkülasyonun azaltılması veya arter ve venalar arasında karşılıklı ısı değişimidir.

Poikilotermik olmaları nedeniyle, su hayvanlarının metabolik oranları, immünolojik tepkileri ve üreme fizyolojileri sıcaklık değişimlerine bağlı olarak değişir. Bu canlıların bazıları kısmen vücut sıcaklıklarını düzenleyebilmelerine rağmen, vücut sıcaklığı, büyüme ve üreme gibi fizyolojik faaliyetler esas olarak su sıcaklığı tarafından belirlenir. Bu nedenle, yetiştiriciliği yapılan türün iyi gelişip üreyebildiği sıcaklık olan optimum sıcaklık değerlerinin yetiştirici tarafından sağlanmaya çalışılması gerekir. Ayrıca, gazların suda çözünürlüğü, biyolojik oksijen ihtiyacı, kirleticilerin toksitesi ve balık patojenlerinin gelişimi de sıcaklık tarafından kontrol edilir.

Farklı türler farklı optimum sıcaklık sınırlarına ve bu sınırların ötesinde bir stres zomuna sahiptirler. Belirli sıcaklık değerlerinin üstünde ve altında ölüm meydana gelir. Gerçek optimal sıcaklık, vücutta meydana gelen kimyasal (çoğunlukla enzimatik) reaksiyonların etkilerinin bileşimine dayanır. Farklı enzimler nisbeten farklı sıcaklıklarda maksimuma ulaşan etkilere sahip olmasına rağmen, optimum sıcaklık reaksiyonların çoğunun maksimuma yakın etkinlikte cereyan etmesini sağlayan sıcaklıktır. Bu nedenle, sıcaklığa bağlı olarak büyümeyi tahmin etmek mümkündür. Çünkü diğer koşullar uygun olduğu takdirde büyümeyi kontrol eden yegane faktör su sıcaklığıdır. Sıcaklık uygun olduğu takdirde metabolik faaliyetler maksimuma yakın, buna bağlı olarak da yem tüketimi ve büyüme de maksimuma yakın olacaktır.

Sıcaklık optimum sınırların altına düştüğünde metabolik faaliyet oranları da düşeceğinden büyüme yavaşlar. Özellikle mevsimsel sıcaklık değişimlerinin önemli olduğu ılıman sahil kesimlerinde yaşayan canlılar su sıcaklığındaki tedrici değişikliklere adapte olabildiği halde, sıcaklıktaki ani değişimler subletal veya letal olabilir. Bazı durumlarda (örneğin, taşıma) su sıcaklığı özellikle düşürülebilir. Aynı şekilde yüksek sıcaklıklar da olumsuz etkiler yaratır. Çünkü sıcaklığın artışı canlının metabolizmasını hızlandırarak O₂ gereksinimini artırırken, suyun O₂ içeriğini düşürür. Su sıcaklığının daha da artması enzimlerin parçalanmasına veya normal faaliyetlerini sürdürememelerine neden olur. Ayrıca, gerek yetiştiriciliği yapılan canlının savunma mekanizmasının zayıflaması, gerekse bakteri sayısının artması nedeniyle yüksek su sıcaklıklarında hastalık sorunları da artar.

Salmonidler genel olarak buz örtüsünün altında ve 25 °C'ye kadar sıcaklıklarda yaşayabilir. Bununla beraber 18 °C'nin üzerinde oksijenin çözünebilirliği sınırlı olur ve balıklar, metabolik atıkların tüketimini azaltmak için aç bırakılır. Yumurtanın inkübasyonu 13 °C'nin altındaki sıcaklıklarda yapılmalıdır. Yukarıda da değinildiği gibi balıklar belirli sınırlar içinde yüksek ve düşük sıcaklıklara adapte olabilirler. Bu yüzden ani bir artış uzun zaman periyodundaki nisbeten yüksek sıcaklıklardan daha stres yaratıcıdır.

Karadeniz'de sahil sularının (yüzey) sıcaklığı 7-25 °C arasında değişir. Sıcaklık hazirandan eylüle kadar sürekli artış gösterir. Doğu ile Batı Karadeniz arasındaki sıcaklık farklılığı 0.5 °C civarındadır. Karadeniz için potansiyel türler olan salmon ve alabalıklar için bu sıcaklık haziran-ekim periyodu dışında uygundur.

1.4.2. Tuzluluk

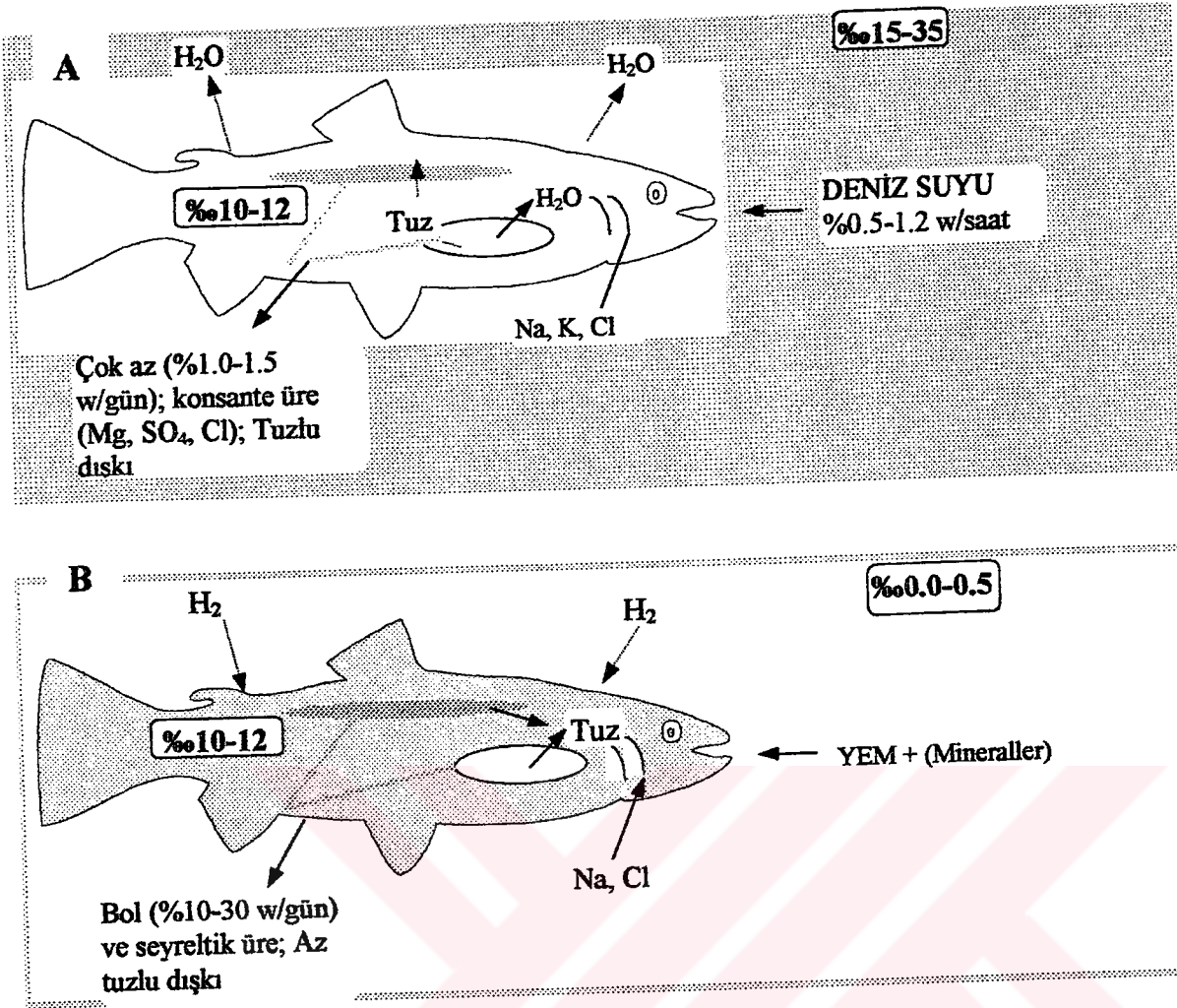
Tuzluluk, deniz veya acısu suları ile ilgili bir kriter olup, 1000 g deniz suyundaki esas çözünmüş inorganik elementlerin g cinsinden ağırlığı olarak tanımlanabilir. Açık deniz veya okyanus suları ‰35 tuzluluğa sahiptir. Ülkemiz deniz sularının tuzluluğu Karadeniz'de ‰15-18; Marmara'da yüzeyle ‰21-24, Ege'de ‰35-38 ve Akdeniz'de ‰36-39.5 civarındadır.

Her ne kadar tatlısu karıştırmak ve sentetik deniz tuzları ilave etmek suretiyle tuzluluğu ayarlamak mümkünse de, ticari seviyedeki bir üretim için böyle bir uygulama pratik gözükmemektedir. Eğer örihalin (geniş tuzluluk sınırları içinde normal fizyolojik faaliyetlerini sürdürebilen) bir türün yetiştiriciliği yapılıyorsa, yetiştirici tuzluluğu yükseltmek veya düşürmek suretiyle diğer istenmeyen tür veya parazitlerin barınmasını engelleyebilir.

Her türün normal fizyolojik faaliyetlerini sürdürebileceği tuzluluk değişim sınırları vardır. Optimum değerler türe olduğu kadar hayat evresine bağlı olarak değişir. Ayrıca, büyüme için farklı, üreme ve yavru gelişimi için farklı tuzluluk değerleri tercih edilebilir. Deniz levreği ve gökkuşağı alabalığı gibi balıklar oldukça geniş tuzluluk değişim sınırları içinde büyüebilirler. Örneğin, deniz levreği tatlısudan tam deniz suyuna kadar bütün tuzluluklarda bulunabilir. Fakat çok düşük tuzluluklarda döl veremezler. Tatlısu türü olan gökkuşağı alabalığı tuzlu suda daha iyi büyümektedir. Salmon ise >‰30 tuzluluğa gereksinim duyar.

Deri ve pullar birlikte su ve tuzların geçişine nisbeten geçirimsiz bir bariyer oluşturmasına rağmen, yine de tuzların kontrol dışı hareketleri söz konusudur. Bununla beraber, geçirgen ve solunum gazlarının etkili bir şekilde değişimi için geniş bir yüzeye sahip olmak zorunda olan solungaçların yüzeyinde meydana gelen kazanç ve kayıplar çok daha önemlidir.

Deniz ve tatlısu ortamlarında su ve tuzların hareketleri farklılık gösterir. Balıkların vücut sıvıları 300-400 mOsm/kg tuz konsantrasyonuna veya ‰11 tuzluluğa ya da yaklaşık -0.55 °C'lik bir donma noktasına sahiptirler. Balığın çevresindeki suyun tuzluluğu genel olarak 5 mOsm/kg'dan daha düşük olduğu tatlısu ortamlarında, balıklar tuz kaybetme ve su alma eğilimindedirler (Şekil 4). Buna karşın deniz suyunda balıklar çevrelerindeki sudan (1100 mOsm/kg, ‰35 veya -2.03°C donma noktası depresyonu) daha düşük konsantrasyona sahiptirler ve bunun sonucu olarak tuz alır ve su kaybederler. Bu nedenle,



Şekil 4. Teleost balıklarda osmoregülasyon (A: Deniz, B: Tatlısu) (Okumuş, 2000a).

salmonidlerin tatlı ve deniz suyunda başarılı bir şekilde yetiştirilebilmesi vücut sıvılarının su ve iyon kompozisyonunun sabit seviyelerde tutulmasını gerektirir. Yani, deri ve solungaç yolu ile meydana gelen kontrolsüz su ve tuz kazanç ve kayıplarını geri döndürecek düzenleyici bir sürecin var olması gerekir. Bu osmoregülasyon adı verilen düzenlemede solungaç ve böbrekler önemli rol oynar.

Tatlısularda, balıklar çok az su içerler, fakat bol miktarda seyreltik ürün üretirler. Tuzlar böbrekler tarafından absorbe edildiğinden ürün içerisinde çok az miktarda tuz bulunur. Tuzlar ortamdaki suda ikincil lamellaların diplerinde bulunan özel klorid hücreleri tarafından solungaçlar yoluyla aktif olarak (enerji gerektirir) elde edilir. Tuzlar, yem ve besinlerle de vücuda girer. Solungaçlar ve böbrekler tarafından aktif tuz alımı, su boşaltımı ile birlikte tatlısuda balıklar tarafından yaşanan tuz kaybını ve su kazancını dengeler. Deniz suyunda ise balıklar önemli miktarda (günde vücut ağırlığının %15'i kadar) su içer,

solungaçlar vasıtasıyla fazlalık sodyum ve klorid gibi monovalent iyonları salgılar ve çok az konsantre azotlu sıvı üretir. Aynı şekilde, kandaki fazla tuzun alınmasından ve dış ortama su aktarılmasından solungaçlardaki klorid hücreleri sorumludur. Deniz balıklarının solungaçlarında daha fazla klorid hücresi bulunur ve salmonidlerin anadrom türlerinde bu hücrelerin sayısı smoltifikasyonda artar, yumurtlamak amacıyla tatlısuya girdiklerinde azalır. Bu süreçlerin net etkisi, solungaçlar ve deri yüzeyi yoluyla pasif olarak oluşan osmotik kayıpları karşılamak amacıyla deniz suyundan tatlısu elde etmek ve fazla tuzları dışarı atmaktır. Bu kontroller balık ve çevresindeki deniz suyu arasında iyonik konsantrasyondaki 3 kat farklılığa müsaade eder.

Kaynak alabalığının deniz suyuna göreceli olarak alıştırılması yaşama oranını artırır. Solungaç Na^+ , K^+ , -ATPaz aktivitesinin tuzlulukla artışı deniz suyuna alışmanın meydana geldiğini göstermektedir. Denize göç eden kaynak alabalıklarının 15 cm (çatal boy) büyüklükten itibaren akarsu ağızlarına geldikleri ve 18 cm boya ulaştıktan sonra denize geçiş yaptıkları belirlenmiştir. Bu durum, kaynak alabalığının denize yaptığı göçün balık büyüklüğüne bağlı olduğunu ve kaynak alabalığında smoltifikasyonun gelişmediğini göstermektedir (McCormick vd, 1985).

Salmonidlerin parr-smolt transformasyonları süresince osmotik ve iyonik ayarlamaları ile ilgili yapılmış fizyolojik çalışmaların sonuçları şu şekilde özetlenebilir:

1. Tüm salmonid türleri, tuzluluğa karşı belirli oranlarda dayanıklılık gösterebilir.
2. Bir popülasyon içindeki büyük bireyler, küçük bireylere nazaran daha büyük tuzluluk toleransına sahiptirler.
3. Tuzluluğa karşı tolerans, sıcaklık ve gün uzunluğu gibi çevresel değişimler tarafından etkilenen hormonal döngü nedeniyle mevsimsel değişim gösterir.
4. Balıklar, denize göçün en üst seviyesinde deniz suyu için davranışsal tercihler gösterirler.
5. Deniz suyuna girişten sonra, kan ve doku elektrotlarında transit değişimler meydana gelir ve tatlısuda kalan hemcinslerine yakın yeni değerler bir hafta içinde dengelenir.
6. Tatlısudaki deniz suyuna kademeli geçiş, direkt olarak geçişten daha toleranslıdır.
7. Smolt evresi kısa olduğunda, balık deniz suyuna girmez ve parr şartlarına geri döner.
8. Smolt transformasyonu gerçek anadrom türlerde, deniz suyunda başarılı büyütme için kritiktir.

1.4.3. Çözünmüş Oksijen

Tüm canlılar gibi yetiştiriciliği yapılan canlılar da yaşamlarını sürdürebilmek için çözünmüş oksijene gereksinim duyarlar. Fotosentezi sürdürebilecek miktarda güneş ışığı ve CO₂'in bulunması halinde fitoplankton ve diğer algler gereksinimleri olan O₂ kendileri üretebilirler, fakat hayvansal canlılar sudaki O₂ kullanmak zorundadırlar.

Su canlıları sudaki O₂'yi genellikle çok iyi kullanabilirler. Balıklar ve gelişmiş omurgasızlar bunu geniş yüzey alanına sahip ince dokuları olan solungaç ve bunun gibi oluşumlar ile yaparlar. Su solungaçların yüzeyinden geçerken içerisindeki çözünmüş oksijen kana veya lenfe geçer ve hemoglobin gibi bir pigment molekülü ile taşınırlar. Su solungaçlardan geçerken oksijenin yaklaşık olarak %60'ı (O₂ değeri düşük olduğu takdirde %10'a kadar düşebilir) alınabilir. Sudaki yüksek atık oranı veya kirleticilerin bulunması, zehirler veya mikrobiyal enfeksiyonlar solungaç lamellerinin membranlarına zarar vererek O₂-CO₂ değişim alanının azalmasına neden olur.

Atmosferin O₂ içeriği %20 civarında olmasına rağmen sudaki O₂ miktarı bunun çok az bir bölümüdür ve çeşitli faktörlere göre değişim gösterir.

Oksijenin suda çözünürlüğünü etkileyen başlıca üç fiziksel faktör söz konusudur: Sıcaklık, tuzluluk ve basınç. Sıcaklık ve tuzluluk arttıkça O₂ düşer, atmosferik basınç arttıkça O₂ artar, yükseklerde azalır.

Alabalıklarda O₂ gereksinimi dinlenme anında 100-300 mg O₂/kg/saat ve aktif halde 300-1000 mg O₂/kg/saat arasında değişir. Ancak, balık türlerinin kullanabilecekleri minimum O₂ seviyelerinin gözden kaçırılmaması gerekir. Bu değer salmonidler için >5.0 mg/l, levrek ve çipura için 3-4 mg/l ve salmonid yumurtaları için 7 mg/l civarındadır. Görüldüğü gibi özellikle salmonidler için tercih edilen sıcaklık değişiminin üst sınırına doğru balıkların kullanabileceği çok az O₂ mevcuttur ve böyle durumlarda yetiştiricinin havalandırma ve bunun gibi yollarla tam doymuşluğu sağlaması gerekir. Sıcaklık arttıkça balıkların yem alımı da artacağından ve bu yüzden mevcut O₂ hızlı bir şekilde kullanılacağından, böyle durumlarda aşırı stoklama ve kritik sıcaklıktan sonra (salmonidler için 20°C) yemlemeden kaçınılarak O₂ tüketimi minimuma indirilmelidir.

O₂ stresinin ilk belirtisi balıkların davranışlarındaki bir değişimdir (su yüzeyinde veya su girişine yakın kesimde birikme, ağzı açarak hava yutmaya çalışma gibi). Uzun süre devam ederse düşük çözünmüş O₂ önemli subletal veya letal etkilerle sonuçlanabilir.

Salmonidler için O₂ gereksinimi ve yetersizliğin etkileri:

0.8-4.0 mg/l: Letal olabilir; 4.0-6.0 mg/l: Subletal olabilir (yavaş büyüme, kötü yem değerlendirme, hastalıklara direncin azalması); >6.0 mg/l: Normal büyüme ve üreme; >7.0 mg/l: Kuluçkahaneler için tavsiye.

Balıklarda oksijen tüketimi üzerine etki eden faktörler aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Su sıcaklığı ve tuzluluk: Normal olarak sıcaklığın artması O₂ gereksinimini artırır. Su, yüksek sıcaklıklarda daha az O₂ içerdiğinden problem yaratabilir. Sıcaklığın optimal değerlere yaklaşması ile metabolik faaliyetler hızlanır ve bu sıcaklıklarda yem alımı en üst düzeylere ulaşır. Yem alımını takiben O₂ kullanımı artar.

Sudaki tuz konsantrasyonu da metabolizma üzerine etki etmektedir. Örneğin alabalıklarda, %7.5'lik tuzlulukta oksijen kullanımı en azdır, %15'lik tuzlulukta oksijen kullanımı artar ve %30'luk tuzlulukta ise oksijen kullanımı en üst seviyededir (Çelikkale, 1994).

- Balık büyüklüğü: Küçük balıkların enerji ihtiyaçları büyük balıklardan daha fazladır. Örneğin aktif metabolizma durumunda oksijen tüketimi 1 g büyüklüğündeki alabalıklarda 1000 mgO₂/kg/saat iken 100 g ağırlığındaki alabalıklarda ise 400 mgO₂/kg/saat'tir (Çelikkale 1994).

- Beslenme: Alınan yemin sindirebilmesi için O₂ gerekli olduğundan yemlemeden sonra oksijen gereksinimi artar.

- Aktivite: Aktif haldeki balık daha fazla O₂'ye gereksinim duyar.

- Stres: Stresteki balık daha fazla O₂'ye gereksinim duyar. Eğer balıklar O₂'nin düşük olduğu veya su kalitesinin iyi olmadığı anlarda strese girerse ciddi problemlere neden olabilir.

1.4.4. Büyüme Etkileyen Diğer Faktörler

a) Balık büyüklüğü: Ağırlık veya boydaki artışla birlikte büyüme oranı azalır, yem değerlendirme randımanı düşer ve değerlendirme oranı artar. Bu, daha düşük bir büyüme oranının oransal olarak daha yüksek metabolik harcamaya neden olmasından ileri gelir.

b) Cinsi gelişme: Cinsi olgunluğa ulaşmadan sonra büyüme oranı düşer. Ayrıca yıl içerisinde gonadların gelişme evrelerinde büyüme oranı azalır.

c) Işık: Hem ışık yoğunluğu hem de gün uzunluğu büyümeyi etkileyebilir. Genellikle balıklar direkt aşırı ışıktan rahatsız olurlar. Salmonidler ışıklı ortamda karanlık ortamdaki daha iyi büyürler, ayrıca gün uzunluğunun suni olarak artırılması da büyümeyi artırabilir.

d) Stoklama yoğunluğu: Yetiştiricilikte amaç birim alan veya hacimde maksimum üretim yapmaktır. Stoklama yoğunluğu belirli bir sınıra kadar yem değerlendirmeyi ve büyümeyi olumlu yönde etkiler, ancak yoğunluğun belirli bir değerin üzerinde artması ile normal aktivite için hacim azalır metabolik atık miktarı artar ve kullanılabilir oksijen seviyesi düşer. Bunun sonucu olarak balıklar strese girer, yem değerlendirme ve büyüme düşer. 20 kg/m³'ün altında ve 50 kg/m³'ün üzerindeki stoklama yoğunluğunda kaynak alabalığının büyüme oranının azaldığı bildirilmektedir (Okumuş vd. 1998b).

e) Besin gereksinimlerinin karşılanması: Kültür balıkları tamamen yapay yeme bağlı olduklarından, gereksinim duydukları mikro ve makro besin elementlerini içeren uygun özelliklere (büyüklük vs.) sahip yemlerle yeterince beslenmeleri gerekir.

f) Balığın sağlık durumu: Parazitler ve bulaşıcı hastalıklar, yem tüketimi ve değerlendirme oranını ve bunun sonucu olarak büyümeyi olumsuz şekilde etkiler.

g) Sosyal hiyerarşi ve dinamiklik: Bireysel farklılıktan kaynaklanan dinamiklik ve hiyerarşi, diğer pasif bireyler üzerinde baskı oluşturmaktadır. Dolayısıyla pasif bireylerin yem alımında korkak davranış göstermeleri ve stres büyümeyi olumsuz etkilemektedir.

1.5. Önceki Çalışmalar

Kaynak alabalığı üzerine yapılmış pek çok araştırma bulunmasına rağmen bunlardan çok azı yetiştiricilik ile ilgilidir. Bu balık, özellikle anavatani olan Kuzey Amerika'da sportif balıkçılık amacıyla küçük göl ve akarsulara aşılansmış ve buralardaki genetik, büyüme, üreme, beslenme ve davranışları incelenmiştir. Yurdumuzda ise sadece Doğu Karadeniz'de yapılmış birkaç çalışma mevcuttur.

Bu bölümde, bu çalışmalardan sadece kültür ortamında yapılanlar kısaca özetlenerek verilmiştir. Doğal ortam ve kültür şartlarında yapılan çalışmalar ise Tablo 5'de sunulmuştur.

Hokanson vd. (1973), kaynak alabalığının cinsi olgunluk, yumurtlama ve embriyonun yaşama oranı için gereken termal gereksinimleri incelediği çalışmasında, optimum büyüme ve kondisyon faktörünün 10-19 °C arasında ve ovulasyon ve

yumurtlamının 16°C 'nin altında gerçekleştiğini, normal kuluçka için su sıcaklığının üst sınırınının 12.7 °C ve optimum 6 °C civarında olduğunu rapor etmiştir.

Dube vd. (1991), kaynak alabalığı yumurtalarının sıcaklık şokuyla sterilizasyonunda (triploid) en iyi triploid oranı ve veriminin, döllenmeden 15 dakika sonra 28 °C'de 10 dakikalık uygulama sonucu elde edildiğini bildirmiştir.

Grande ve Andersen (1990), kahverengi alabalık, Atlantik salmonu ve kaynak alabalığında, dip (20 m) ve yüzeyden alınan farklı sıcaklığa sahip su sıcaklıklarının kuluçka süresi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında dipten alınan ve yüzeye nazaran daha sıcak olan suyun daha erken çıkışa neden olduğunu gözlemişlerdir.

Dumas vd. (1992) kaynak alabalığı, alp alası ve hibridlerinin ilk gelişimlerini incelemişler, kaynak alabalıkları için kuluçka süresini 503.4 gün-derece ve yumurtadan çıkışı takip eden 16. haftanın sonunda yaşama oranını % 58.6 olarak tahmin etmişlerdir.

Marten (1992), kaynak alabalığının yumurtalarının inkübasyonu ve gelişimi üzerine sıcaklık varyasyonlarının etkisini araştırmış ve gözlenme evresinden sonra sıcaklığın gözlenme evresine kadar olan sıcaklıktan yüksek olmasının larvaların çıkış büyüklüğünün küçük olmasına neden olduğunu bildirmiştir.

Dumas vd. (1995) diğer bir çalışmalarında ise kaynak alabalığı, alp alabalığı ve hibridlerinin besin kesesi absorpsiyonlarını ve ilk büyümelerini incelemişler, kaynak alabalığı için besin kesesi absorpsiyon oranını 37.4 µg/gün-derece, yumurtadan çıkıştan itibaren 4. haftada ortalama ağırlığı 0.090 g, 8. haftada 0.31 g, 12. haftada 1.21 g ve 16. haftada ise 3.07 g olarak belirlemişlerdir.

O'Keefe ve Benfey (1997), diploid ve triploid Atlantik salmonu ve kaynak alabalığının beslenme davranışlarını incelemiş, diploid ve triploid bireylerin karışık olarak büyütüldükleri ortamda, kaynak alabalığında diploid olanların daha baskın olmasına rağmen triploidlerin hızlı büyümeleri sonucunda büyüklük farklılığının olmadığını bildirmiştir. Benzer bir çalışmada O'Keefe ve Benfey (1999), diploid ve triploid kaynak alabalığının büyüme ve yem tüketimini karşılaştırmak amacıyla saf ve karışık gruplar oluşturmuşlardır. Araştırma sonucunda diploid bireyler ile triploid bireylerin saf ve karışık olarak büyütülmelerinin büyüme ve yem tüketimi yönünden farklılık göstermediğini gözlemişlerdir.

Akbulut vd. (1998), deniz kafeslerinde stokladıkları kaynak alabalıklarında yumurta verimi, yumurta çapı ve yumurta büyüklüğü ile balık büyüklüğü arasındaki ilişkileri incelemişler ve sonuçta nisbi yumurta verimini 1554-5780 adet/kg, yumurta çapını 4.0-5.8

mm, yumurta verimi ile balık büyüklüğü ve yumurta büyüklüğü ile balık büyüklüğü arasında lineer ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

McCormick ve Naiman (1984a), kaynak alabalığında cinsi olgunluk yaşının bazı belirleyicileri olan büyüklük, yaş, büyüme oranı ve fotoperiyotun etkilerini irdelemiş ve cinsi olgunluk üzerine yaş ve büyüme oranının etkilerinin mutlak büyüklükten daha az önemli olduğunu, fotoperiyotun ise yumurta ve sperm üretiminin özellikle zamanını etkilediğini bildirmiştir.

Leon (1986), sürekli yüzmenin yem tüketimi, büyüme, yem değerlendirme ve dayanıklılık üzerine etkilerini irdelemiş, sonuçta deneyde kullanılan ve doyuncaya kadar beslenen balıkların, kontrol grubundaki balıklarla deneyde kullanılan, ancak kontrol grubu balıkların tükettiği kadar yem verilen balıklardan daha iyi büyüdüğünü belirtmiştir.

Besner ve Pelletier (1991), anadrom olmayan kaynak alabalıklarının deniz suyuna adaptasyonunu incelemiş ve mayıs ve haziran ayında balıkların direkt olarak deniz suyuna adapte edilebileceğini, ancak temmuz ve ağustos aylarındaki adaptasyonun zor ve ölüm oranının yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Marchand ve Boisclair (1998), genç kaynak alabalıklarında balık yoğunluğunun enerji kullanımı üzerine etkilerini incelemiş, düşük stoklama yoğunluğunda balıkların daha iyi büyüdüğünü, yoğun stokta ise balıkların daha agresif olduğunu ve daha fazla hareket ettiğini gözlemişlerdir.

Sadler vd. (1986), bazı salmonidlerin sıcaklık ve genotipinin büyüme üzerine etkisini irdelemiş ve kaynak alabalığının 16 °C'de 10 °C'den daha iyi büyüdüğünü ve daha iyi yem değerlendirdiğini bildirmiştir.

Vijayan ve Leatherland (1988), kaynak alabalığında stoklama yoğunluğunun büyüme ve stres etkisini irdelemiş ve stoklama yoğunluğunun büyüme, yem tüketimi ve yem değerlendirme üzerine etki ettiğini ve stoklama yoğunluğu ile büyüme arasında ters bir lineer ilişki olduğunu rapor etmişlerdir.

Vijayan vd. (1990), yüksek stoklama yoğunluğunun (30 ve 120 kg/m³) kaynak alabalığında enerji metabolizmasını nasıl etkilediğini araştırmışlar, yüksek stoklama yoğunluğunda yem tüketimi ve büyüme oranının düştüğünü, plazma T4, glikoz, glikojen ve hepatosomatik indeks yönünden farklılığın önemli olduğunu bildirmiştir.

Okumuş vd. (1998a), kaynak alabalığının Doğu Karadeniz koşullarında deniz suyu ve tatlısu ortamında büyüme ve kültür potansiyeli incelemiş ve deniz suyu sıcaklığının

yüksek olduğu haziran, temmuz ve ağustos ayları dışında bu balığın deniz suyunda yetiştirilebileceğini bildirmiştir.

Okumuş vd. (1998b), diğer bir çalışmada kaynak alabalığının farklı stoklama yoğunluklarındaki performanslarını incelemiş ve tank koşullarında 20 kg/m³'lük stoklama yoğunluğunda balıkların daha iyi büyüdüğünü ve bireysel büyüklük varyasyonunun daha az olduğunu gözlemişlerdir.

Okumuş vd. (1999), kaynak alabalığı ile gökkuşağı alabalıklarının aynı üniteye karışık olarak yetiştiriciliğini inceledikleri çalışmalarında, ikili kültürde yetiştirilen kaynak alabalıklarının saf yetiştirilen hemcinslerine göre yavaş büyüdüğünü belirlemişlerdir.

Guillou vd. (1995), bitkisel ve deniz ürünlerinden elde edilen yağların kullanıldığı üç farklı yem ile besledikleri kaynak alabalıklarının, büyüme, kasdaki yağ asidi kompozisyonu ve etin organoleptik kalitesi üzerine etkilerini incelemişler, büyüme oranı ve organoleptik yönden bir farklılığın bulunmadığını, ancak kaslardaki yağ birikimi yönünden farklılığın önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 5. Kaynak alabalığı ile ilgili önemli bazı çalışmalar

Yazar adı	Konu	Çalışma sahası
Robison ve Luempert (1984)	Kaynak alabalığının ağırlık ve yaşama oranı üzerine genetik varyasyon etkileri	ABD
May vd. (1988)	Kaynak alabalığında kromozom manipulasyonu için bir mekanizma olarak androgenesis çalışmaları	ABD
Skaala vd. (1990)	Doğal ve kültür balıklarının genetik etkileşimi	Norveç
Liskauskas ve Ferguson (1991)	Doğal bir kaynak alabalığı popülasyonunda genetik varyasyon ve form	
Ovenden vd. (1993)	Atlantik salmonu, kahverengi alabalık, gökkuşuğu ve kaynak alabalıklarının mitokondriyal DNA	Avustralya
Ferguson vd. (1995)	Kaynak alabalığının vücut ağırlığındaki değişimin genetik ve çevresel ilişkileri	Ontario - Kanada
Galbreath ve Stocks (1999)	Kaynak alabalığının cinsiyet döngüsünü steroid uygulamasının etkisi	Kuzey Carolina - ABD
Witzel ve MacCrimmon (1983)	Kaynak ve kahverengi alabalığı embriyolarının yaşama oranı ve yuvadaki çakıl taşlarının alevin	Kanada
Ketola vd. (1988)	Salmon ve alabalık yumurtalarının suyun içerdiği kalsiyum konsantrasyonuna bağlı olarak ölüm oranı	New York - ABD
Curry vd. (1991)	Asidik bir akarsuda kaynak alabalığının çıkış kronolojisi	Ontario - Kanada
Snucins vd. (1992)	Kaynak alabalığının embriyo habitatları ve alevinlerin çıkış zamanı	Ontario - Kanada
Fiss ve Carline (1993)	Kaynak alabalığı embriyolarının üç asidik akarsuda yaşama oranı	Pensilvanya
Curry vd. (1995)	Kaynak alabalığı yumurtalarının inkübasyonu ve çıkışı	Ontario - Kanada
Curry ve Noakes (1995)	Kaynak alabalığının yumurtlama alanı ve su seçimi	Ontario - Kanada
Sorensen vd. (1995)	Kaynak alabalığı ile kahverengi alabalığın küçük bir akarsuda üreme etkileşimi	Minnesota - Kanada

Tablo 5'in devamı

Blanchfield ve Ridgway (1996)	Kaynak alabalığı yumurtlama alanlarında su akıntısının ölçülmesi	Ontario - Kanada
Blanchfield ve Ridgway (1997)	Gölde yumurtlayan kaynak alabalığının üreme zamanı ve yuva kullanımını	Ontario - Kanada
Ridgway ve Blanchfield (1998)	Göllerde kaynak alabalığının yumurtlama alanları	Ontario - Kanada
Galbreath ve Samples (2000)	Triploid kaynak alabalığı üretimi için optimum sıcaklık şokunun belirlenmesi	Kuzey Carolina - ABD
Holcombe vd. (2000)	Kaynak alabalığının cinsi gelişimi, yumurta verimi ve cinsiyet streoid konsantrasyonunun Minnesota - ABD sirkülasyonu üzerine fotoperiyot manipülasyonlarının etkileri	Minnesota - ABD
Blanc ve Chevassus (1986)	Kaynak alabalığı ile kahverengi alabalık hibridlerinin (kaplan alabalığı) yaşama oranı, büyüme Fransa ve cinsi olgunlaşması	Fransa
McKay vd. (1992a)	Kaynak alabalığı ile kahverengi alabalığın diploid ve triploid hibridlerinin (kaplan alabalığı) Kanada büyüme ve ölüm oranları	Kanada
McKay vd. (1992b)	Kaynak alabalığı ile kahverengi alabalığın hibridlerinin (kaplan alabalığı) ilk ölüm oranları ve Kanada sterilizasyonunun (triploid) etkileri	Kanada
McCracken vd. (1993)	Kültür ve doğal kaynak alabalığı bireyleri arasında hibridasyon ve genetik farklılıklar	Tennessee - ABD
Kitano vd. (1994)	Boğa almasının (<i>Salvelinus confluentus</i>) yumurtlama davranışı ve kaynak alabalığı ile Montana - ABD hibridasyonu	Montana - ABD
Benfey (1995)	Triploid kaynak alabalığında ovaryum gelişimi	Kanada
Dumas vd. (1996)	Kaynak alabalığı, alp alması ve hibridlerinde yaşama oranı, cinsi olgunluk ve üreme	Kanada

Tablo 5'in devamı

McNicol vd. (1985)	Yavru kaynak alabalığının beslenme ve bölgesel davranış üzerine arazi çalışmaları	Manitoba - Kanada
Walsh vd. (1988)	Kaynak alabalığının günlük besini, beslenme aktivitesi ve dağılımı	Quebec -Kanada
Lacasse ve Magnan (1992)	Kaynak alabalığının besinlerinin biyotik ve abiyotik belirleyicileri	Quebec - Kanada
Curry vd. (1993)	Göl ve akarsularda yaşayan yavru kaynak alabalıklarında besin ve büyüme	Ontario - Kanada
Cavalli vd. (1997)	Kaynak alabalığında yem değerlendirme ve büyüme	Alp Dağları - Fransa
Bukaveckas ve Shaw (1997)	Kaynak alabalığının plankton komünitesi üzerine etkileri	New York
McCormick vd. (1985)	Anadrom ve anadrom olmayan kaynak alabalığı ve Atlantik salomonunun smolt karakteristikleri	Quebec - Kanada
Benfey (1992)	Kaynak alabalığında kısa süreli açlık ve yeniden besleme sürecinde oluşan hepatik ornithin Kanada dekarboksilaz aktivitesi	Kanada
Tang ve Boisclair (1995)	Kaynak alabalığının su sıcaklığı ve yüzme karakteristikleri ile solunum oranı arasındaki ilişki	Kanada
Stillwell ve Benfey (1996)	Triploid dişi kaynak alabalığında hemogloblin seviyesi, metabolizma oranı, operkulum frekansı oranı ve yüzme etkinliği	Kanada
Kwain ve Rose (1985)	İlk hayat evrelerinde ani pH düşümün kaynak alabalığının büyümesi üzerine etkileri	Ontario - Kanada
Mount vd. (1988)	Ergin kaynak alabalıklarında uzun süreli asit, alüminyum ve düşük kalsiyumun etkisi	Wyoming - ABD
Heggnes ve Traaen (1988a)	Dört Salmonid türünün kanallarda su girişinde birikimi üzerine gün ışığının etkisi	Norveç
Ingersoll vd. (1990)	Kaynak alabalığı yumurta ve yavrularının yaşama oranı ve büyümesi üzerine pH, alüminyum ve Wyoming - ABD kalsiyumun etkileri	
Wood vd. (1990a)	Kaynak alabalığının vücut iyonları üzerine asidik yapısı, kalsiyum ve alüminyumun etkileri	Kanada
Wood vd. (1990b)	Kaynak alabalığı yavrularının vücut iyon konsantrasyonları	Kanada

Tablo 5'in devamı

Gagen vd. (1993)	Asidik dönem boyunca kaynak alabalığı, <i>Cottus bairdi</i> ve <i>Cottus cognatus</i> 'un ölüm oranları	Pensilvanya
Benfey vd. (1997)	Diploid ve triploid kaynak alabalıklarının maksimum kritik su sıcaklıkları	Kanada
Baldigo ve Murdoch (1997)	İnorganik alüminyum ve asidik suyun kaynak alabalığının ölüm oranı üzerine etkileri	New York
Fausch ve White (1986)	Koho salmону, kaynak alabalığı ve kahverengi alabalık arasındaki rekabet	Michigan - ABD
Gaudreault vd. (1986)	Kaynak alabalığı ve <i>Pungitius pungitius</i> 'un diyet ve türlerarası ilişkileri	Quebec - Kanada
Cunjak ve Power (1986)	Kaynak alabalığı ve kahverengi alabalık tarafından kış aylarında habitat kullanımını	Ontario - Kanada
East ve Magnan (1987)	Yer değiştirme aktivitesinin kaynak alabalığının büyümesi üzerine etkisi	Quebec - Kanada
Heggnes ve Traaen (1988b)	Dört Salmonid türünün kanallarda aşağı göçleri ve kritik su akış hızları	Norveç
Magnan (1988)	Kaynak alabalığı ile salmonid olmayan türlerin karşılıklı etkileşimi	Quebec - Kanada
Grant (1990)	Kaynak alabalığının saldırganlığı ve besin toplama davranışı	Ontario - Kanada
Lachance ve Magnan (1990a)	Evcil, hibrid ve yabani kaynak alabalıklarının stoklama sonrası performansları	Quebec - Kanada
Lachance ve Magnan (1990b)	Evcil, hibrid ve yabani kaynak alabalıklarının stoklama sonrası ekoloji ve davranışlarının karşılaştırması	Quebec - Kanada
Tremblay ve Magnan (1991)	Kaynak alabalığı ile <i>Catostomus commersoni</i> arasındaki karşılıklı etkileşim	Quebec - Kanada
Mc Donald vd. (1993)	Kaynak alabalığı, göl alası ve <i>S. fontinalis</i> x <i>S. namayehus</i> 'un taşıma stresine karşı tepkileri	Ontario - Kanada
Tang ve Boisclair (1993)	Genç kaynak alabalıklarının yüzme karakteristiği üzerine büyüklüğün etkisi	Quebec - Kanada
De Staso ve Rahel (1994)	Kaynak alabalığı ile <i>Oncorhynchus clarki</i> 'nin laboratuvar koşullarında mikrohabitat davranış ilişkileri üzerine su sıcaklığının etkisi	Wyoming - ABD
McLaughlin vd. (1994)	Kaynak alabalığının besin arama davranışında morfoloji, su kolonu kullanımı ve besin ilişkileri	Ontario - Kanada

Tablo 5'in devamı

Biro vd. (1996)	Kaynak alabalığında besin yağmalaması	Ontario - Kanada
Dunbrack vd. (1996)	Kaynak alabalığının besin yoğunlukları ile saldırganlığı arasındaki popülasyon seviye farklılıkları	Newfoundland - Kanada
Warrillow vd. (1997)	Diploid ve triploid kaynak alabalığının cinsi olgunluk ve göç farklılıkları	New York
Stillwell ve Benfey (1997)	Diploid ve triploid kaynak alabalıklarının kritik yüzme hızları	Kanada
Essington vd. (1998)	Kaynak alabalığı ile kahverengi alabalığın habitat seçimi	Minnesota - ABD
Hutchings (1991)	Kaynak alabalığında yumurta büyüklüğü ve besin bolluğunda form değişiklikleri	Newfoundland - Kanada
Hall (1991)	Kaynak alabalığında yaş tayini	Kanada
von Offelen vd. (1993)	Küçük akarsulara stoklanan iki kaynak alabalığı hattının yaşama oranı, büyüme, aktivite ve dağılımı	New York - ABD
Nuhfer ve Alexander (1994)	Üç doğal kaynak alabalığı hattının farklı düzeylerde balıkçılık uygulamasında büyüme, yaşama oranı ve stokların olumsuz etkilenmesi	Michigan Gölleri - ABD
Quinn vd. (1994)	Lentik kaynak alabalığı için ampirik bir model	Ontario - Kanada
Hutchings (1996)	Kaynak alabalığının fenotipik adaptasyonu	Newfoundland
Josephson ve Youngs (1996)	Kaynak alabalığı popülasyonlarında yaş kompozisyonu ve göç arasındaki ilişki	New York
Hughes vd. (2000)	Kaynak alabalığında büyük ve küçük markaların tutulabilirliği ve okunabilirliğinin karşılaştırılması	New York - ABD

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu doktora tezi aşağıda belirtilen çalışmaları kapsamaktadır. Bu çalışmalarda ortak materyaller aynı başlık altında, ancak farklılıkları belirtilerek; metotlar ise ayrı başlık altında verilmiştir.

1. Yumurta verimi, yumurta gelişimi ve yavru büyütme,
2. Larval gelişim (besin kesesi absorpsiyonu),
3. Su sıcaklığının büyüme, yem tüketimi ve yem değerlendirme oranları üzerine etkilerinin belirlenmesi,
4. Tuzluluğun büyüme, yem tüketimi ve yem değerlendirme oranları üzerine etkilerinin belirlenmesi,
5. Oksijen tüketimi.

2.1. Materyal

2.1.1. Balık Materyali

Yumurta verimi, kuluçka randımanı ve larva - yavru büyütme

Sağım 08 Ocak 1999 tarihinde Rize - Fındıklı Çağlayan Alabalık İşletmesi'nde gerçekleştirilmiş, kuluçka, yavru ön besleme ve büyütme çalışmanın yürütüldüğü KTÜ Deniz Bilimleri Fakültesi Araştırma Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir.

Ortalama sağım öncesi ağırlığı 318 ± 80.2 g (195 - 485) olan 3 yaşındaki 8 anaç (dişi) sağılmış ve her bir dişinin yumurtaları en az iki erkeğin spermeleri ile döllenmiştir.

Larval gelişim (besin kesesi absorpsiyonu)

Larval gelişimin takip edilmesi amacıyla yumurtalar 3 dişi anaçtan 09 Aralık 2000 tarihinde Rize - Güneysu Dört Mevsim Alabalık İşletmesi'nden sağılarak temin edilmiş ve kuluçkalama KTÜ Deniz Bilimleri Fakültesi Araştırma Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir.

Su sıcaklığının büyüme, yem tüketimi ve yem değerlendirme oranları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Araştırmada ortalama 26.56 ± 4.740 g ($17.8 - 37.98$ g, $n=60$) başlangıç ağırlığına ve 13.81 ± 0.797 cm ($12.1 - 15.7$ cm, $n=60$) boya sahip yavrular kullanılmıştır. Balıklar, Rize - Güneysu Dört Mevsim Alabalık İşletmesi'nden 'de Ocak-Şubat 1999 döneminde yumurtadan çıkan balıklar arasından rasgele örnekleme metodu ile alınarak, 13 Ocak

2000'de çalışmanın yürütüldüğü Deniz Bilimleri Fakültesi, Araştırma Ünitesi'ne getirilmiştir.

Balıklar, 500 litre hacimli fiberglas balık nakil tankında, farklı bir araştırma için alınan gökkuşuğu alabalığı yavruları ile birlikte, pille çalışan pompa ile havalandırma yapılarak araştırma ünitesine getirilmiştir. Taşıma esnasındaki stok yoğunluğu yaklaşık 10 kg/m³ olarak tutulmuştur.

Tuzluluğun büyüme, yem tüketimi ve yem değerlendirme oranları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Araştırmada ortalama 36.99 ± 6.91 g (22.33 - 55.62 g, n=80) başlangıç ağırlığına ve 16.03 ± 1.10 cm (13.8 - 18.5 cm, n=80) boya sahip balıklar kullanılmıştır. Bu balıklar, Rize - Güneysu Dört Mevsim Alabalık İşletmesi'nde Ocak-Şubat 2000 döneminde yumurtadan çıkan balıklar arasından rasgele örnekleme ile alınarak, 10 Ocak 2001 tarihinde Araştırma Ünitesi'ne getirilmiştir.

Balıklar, 500 litre hacimli fiberglas balık nakil tankında, pille çalışan pompa ile havalandırma yapılarak araştırma ünitesine getirilmiştir. Taşıma esnasındaki stok yoğunluğu yaklaşık 5 kg/m³ olarak ayarlanmıştır.

Çalışma boyunca ölen balıkların yerine benzer boy ve ağırlığa sahip bireyler ikame edilmiştir.

Oksijen tüketimi

Sıcaklığın oksijen tüketimi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla ortalama 76.5 ± 10.76 g (59.47 - 94.16 g, n = 10) ağırlık ve 19.0 ± 0.84 cm (17.8 - 20.3 cm, n = 10) boya sahip balıklar kullanılmıştır. Büyüklüğün oksijen tüketimi üzerine etkisi ise ortalama 25.5 ± 4.98 g (16.67 - 33.72 g, n = 8) ağırlık ve 14.5 ± 0.81 cm (12.6 - 15.6 cm, n = 8) boy ve 64.0 ± 7.69 g (56.430 - 80.22 g, n = 8) ağırlık ve 19.1 ± 0.70 cm (18.3 - 20.2 cm, n = 8) boya sahip balıklarla gerçekleştirilmiştir. Bu balıklar, Rize - Güneysu Dört Mevsim Alabalık İşletmesi'nden satın alınarak Araştırma Ünitesi'ne transfer edilmiştir.

2.1.2. Araştırma Üniteleri

Yumurta gelişimi ve yavru büyütme

Yumurtalar 85x25x35 cm (boy x en x yükseklik) ebatlarındaki akvaryum içerisine yerleştirilen 47x23x10 cm ebatlarındaki tablolarda kuluçkalanmışlardır (Şekil 5). Her akvaryuma 1 l/dak su girişi sağlanmıştır. Yumurtadan çıkan larvalar besin keselerini bu

tablada tükettikten sonra tabla alınmış ve yavrular akvaryumun içerisinde büyütülmüştür. Yavru miktarına göre su girişi 1-2 l/dak arasında yeniden düzenlenmiştir.

Larval gelişim (besin kesesi absorpsiyonu)

Yumurtalar, ebatları 200x50x35 cm fiberglas tank içerisine yerleştirilmiş tablalarda (Bkz. yumurta gelişimi ve yavru büyütme) kuluçkalanmışlardır.

Su sıcaklığının büyüme, yem tüketimi ve yem değerlendirme oranları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Çalışma Araştırma Ünitesi'nde yürütülmüştür. Balıklar, ebatları 80x25x35 cm, kullanılabilir su hacmi 50 litre olan akvaryumlar stoklanmıştır (Şekil 6). Tank ortamında sıcaklık kontrolünün zor olması nedeniyle çalışmada akvaryum kullanılmıştır.

Çalışmada altı adet akvaryum kullanılmıştır. Akvaryumların her birinde havalandırma pompası yardımıyla havalandırma ve biyolojik filtre ile temizleme yapılmıştır. Haftada iki ya da üç kez akvaryumların suları tamamen değiştirilmiştir.

Tuzluluğun büyüme, yem tüketimi ve yem değerlendirme oranları üzerine etkilerinin belirlenmesi

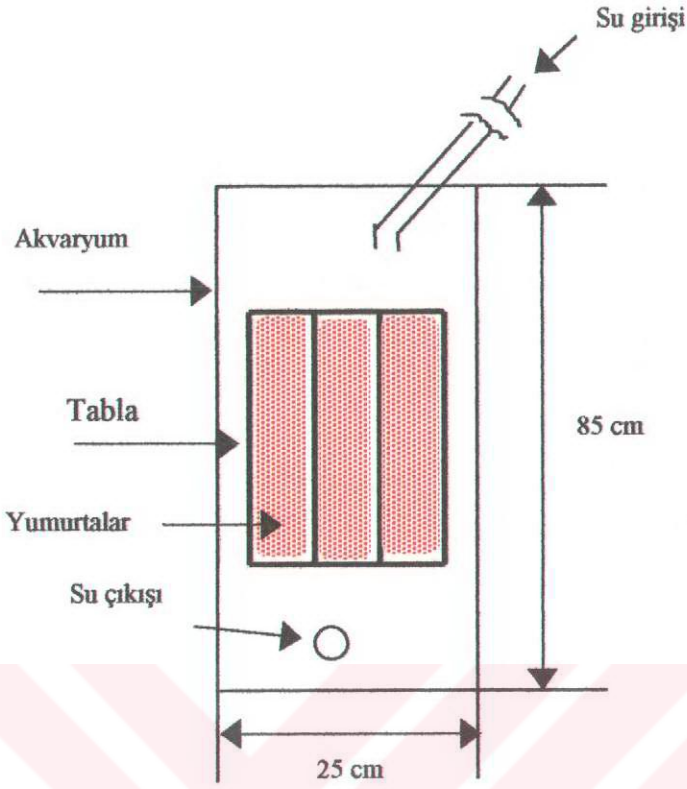
Sekiz adet akvaryum kullanılmıştır. Bu çalışmada da tuzluluk ve diğer faktörler daha iyi kontrol edilebildiğinden akvaryumlar tercih edilmiştir. Haftada iki ya da üç kez akvaryumların suları tamamen değiştirilmiştir. Su hacmi yaklaşık olarak 50 l'ye ayarlanmıştır (Şekil 6).

Oksijen tüketimi

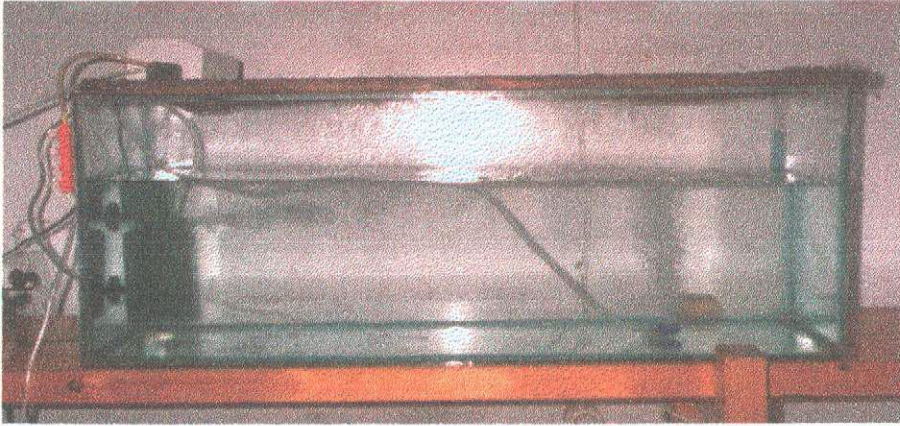
Bu çalışmada 80x25x35 cm ebatlarında beş akvaryum kullanılmış, akvaryumlarda oksijenlendirme havalandırma pompası yardımıyla, temizleme ise biyolojik filtre ile sağlanmıştır. Her ölçümden bir gün önce akvaryumların suları tamamen değiştirilmiştir. Su hacmi yaklaşık olarak 50 l'ye ayarlanmıştır.

2.1.3. Yem Materyali

Besin kesesini tüketerek serbest yüzmeye başlayan yavrulara, önce özel bir firma tarafından üretilen %50 protein içeren "alabalık başlangıç yemi", daha sonra yavruların büyümesiyle Granül 2 alabalık yavru yemi verilmiştir.



Şekil 5. Yumurtaların kuluçkalanması ve yavruların ilk beslemelerinin yapıldığı akvaryum ve tablaların üstten görünüşü



Şekil 6. Denemenin yürütüldüğü araştırma akvaryumu

Su sıcaklığı, tuzluluk ve oksijen tüketimi çalışmalarında ise özel bir firma tarafından üretilen, ortalama 4.50 ± 1.349 mm (2.0-7.8 mm, $n=200$) boy ve 2 mm çaptaki 2 no pelet yem kullanılmıştır. Kullanılan yemin besin madde içeriği Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Su sıcaklığı, tuzluluk ve oksijen tüketimi ile ilgili çalışmalarda kullanılan yemin besin madde içeriği (%) (Üretici firma tarafından beyan edildiği gibi)

Temel besin mad. (%)	İz Mineraller (mg)	Vitaminler
Kuru madde : 89 (min)	Çinko : 75	A : 20.000 IU K3 : 20 mg
Sind. protein : 38 (min)	Manganez : 25	D3 : 2.000 IU Niacin : 300 mg
Ham protein : 49 (min)	Magnezyum : 200	E : 160 IU Folik asit : 10 mg
Ham kül : 13 (maks)	Selenyum : 0.1	C : 125 mg Pant. Asit : 80 mg
Ham yağ : 13 (min)	Demir : 3	B1 : 20 mg Ethoxyquin : 300 mg
Ham selüloz : 3 (maks)	Bakır : 5	B2 : 40 mg
Kalsiyum : 1.35 (min)	İyot : 3	B6 : 20 mg
Fosfor : 1.10 (min)	Kobalt : 2	B12 : 0.04 mg

2.1.4. Diğer Araç ve Gereçler

Anaç ağırlığı 5 g, yavru balık ağırlıkları ise 0.01 g hassasiyetli elektronik terazi, anaç boyları 1 mm hassasiyetli ölçü tahtası, yumurta hacmi 100±1 ml'lik cam mezür, yumurta çapını ise 1 mm hassasiyetli cetvellerden yapılmış *von Bayer* teknesi yardımıyla belirlenmiştir. Larvaların boy ölçümünde ±0.1 mm hassas kumpas, ağırlık ölçümünde ise 0.1 mg hassas elektronik terazi kullanılmıştır. Larvaların kuru madde içeriklerinin belirlenmesinde etüv ve kurutma kaplarından yararlanılmıştır.

Akvaryum sularının ısıtılmasında 100 W gücündeki özel akvaryum ısıtıcılarından, temizlenmesinde ise özel akvaryum filtrelerinden yararlanılmıştır.

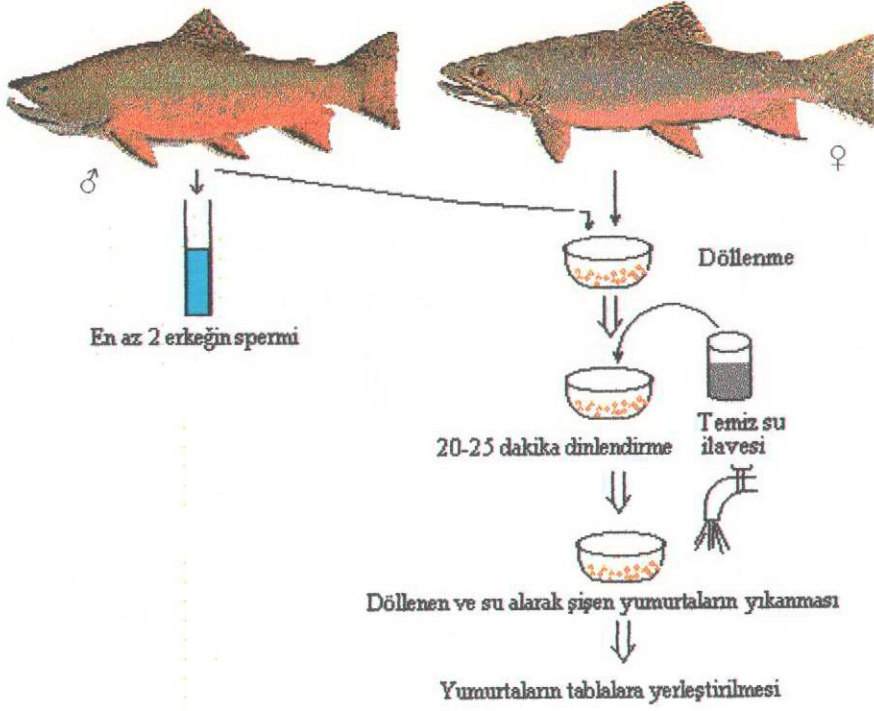
Balıkların ölçüm ve tartım işlemleri esnasında yaralanmalarını önlemek için 50 ppm'lik MS-222 (Tricaine Methanesul-fonate) çözeltisi kullanılarak balıklar bayıltılmıştır.

Suyun oksijen içeriğinin ölçümünde Hanna marka HI 9143 model oksijenmetre (±0.01 ppm) kullanılmıştır. Akvaryumdaki suyun oksijenlendirilmesi için havalandırma pompası ve taşından yararlanılmıştır.

2.2. Araştırma Planı

2.2.1. Yumurta Verimi, Yumurta Gelişimi ve Yavru Büyütme

Araştırmada yumurtaların sağımı ile kuluçkalanması arasında izlenen prosedür Şekil 7'de verilmiştir. Anaç balıklar düğümsüz ağ kepçe yardımı ile küvetten sağım masasına alınmış, kuru bir havlu yardımı ile kurulandıktan sonra boy ve ağırlığı saptanmış ve hemen



Şekil 7. Yumurtaların sağımı ile kuluçkalanması arasında izlenen prosedür

iç yüzeyi pürüzsüz olan plastik bir kap içerisine sağılmıştır. Dişi anaçlar sağım sonrası yeniden tartılmıştır. Kısırlık olasılığına karşı yumurtalar en az iki erkek balık sağılarak dölleme yapılmıştır. Yumurta ve spermeller elle, yumurtalara zarar vermeyecek şekilde, iyice karıştırıldıktan sonra her plastik kap içerisine, anaç balıkların tutulduğu su ile aynı sıcaklıkta yaklaşık 1 litre temiz su ilave edilmiş ve yumurtalar su alarak şişmesi için 20 - 25 dakika dinlenmeye bırakılmıştır. Dölleme işleminden sonra yumurtalar yıkanarak pıhtılaştıran sperm kalıntıları ve varsa kan pıhtıları uzaklaştırılmış her bir anaçtan alınan yumurtaların toplam hacimleri, 100 ml'lik cam mezür yardımı ile belirlenmiştir. Daha önceden hazırlanan *von Bayer* teknesi yardımıyla her bir anaçın ortalama şişmiş yumurta çapı tesbit edildikten sonra yumurtalar bölmelendirilmiş tablalara anaçların tartım ve sağım sırasına göre yerleştirilmişlerdir.

Yumurta verimi, besin kesesini tüketen yavruların ve ölen yumurta ve larvaların sayısı toplanarak belirlenmiştir.

Döllenen sonraki ilk 36 saat içinde opaklaşan ve döllenmemiş olarak kabul edilen yumurtalar pens yardımıyla tablalardan sayılarak toplanmışlardır. Döllendikten sonraki ilk 36 saatin sonunda yumurtalar hassaslaştıklarından, gerek ölü yumurtaların ayıklanmasında, gerekse diğer işlemler sırasında özen gösterilmeye dikkat edilmiştir.

Mantarlaşmayı (*Saprolegnia sp.*) önlemek amacıyla haftalık olarak ölü yumurtalar ayıklanmış ve sağlıklı yumurtalar haftada bir gün 1-2 mg/l konsantrasyonda hazırlanmış malahit yeşili ($2C_{23}H_{35}N_2-3C_2H_2O_4$) ile dezenfekte edilmiştir (Çelikkale, 1994).

2.2.2. Larval Gelişim (Besin Kesesi Absorpsiyonu)

Yumurtadan larvaların çıkışından itibaren üç günde bir 10 adet larva rasgele örnekleme ile alınarak boy ve ağırlıkları ölçülmüş ve 10'luk formaline konularak muhafaza edilmiştir. Larvaların besin keselerini tamamen tüketerek serbest yüzmeye geçtikleri dönemde ise örnekleme son verilmiştir. Larvalar, besin keseleri ve vücutlarından ayrılarak ayrı ayrı kurutma kaplarına konmuş, etüvde 60 °C'de en az 48 saat sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur (Hansen, 1985).

Besin kesesi değerlendirme randımanı (YCE: Yolk Conversion Efficiency) aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Hodson ve Blunt, 1986):

$$YCE = (L_t - L_o) / (Y_0 - Y_t) \quad (1)$$

Burada; L_o ve L_t : başlangıç ve t anındaki larvanın kuru ağırlıkları (mg), Y_0 ve Y_t : başlangıç ve t anındaki kesenin kuru ağırlıkları (mg) dır. Kuru ağırlıkların tercih nedeni, besin kesesinin ayrılması esnasında bir miktar sıvının dışarı akması ve miktarının bu nedenle belirlenememesidir (Hansen ve Møller, 1985).

2.2.3. Su Sıcaklığın Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Balıkların yeni ortama tam alışmaları (dışarı sıçramama, dış tepkilere kayıtsız kalma, yem alımında isteklilik, normal vücut rengi vb.) 50 gün sürmüş ve 04 Mart 2000 tarihinde ilk boy ve ağırlık ölçümleri alınarak araştırmaya başlanmıştır. Araştırma haftalık periyotlara ayrılmış ve her periyotta tüm bireylerin boy ve ağırlıkları ölçülmüştür. Son ölçümler 30 Nisan 2000 tarihinde yapılarak (toplam 8 hafta) araştırma tamamlanmıştır.

Akvaryumlar, su sıcaklığı dış ortamdan etkilendiği için değişken, 16 ± 0.5 °C ve 20 ± 0.5 °C sıcaklık değerlerine sahip olmak üzere üç gruba ayrılmış ve her grup iki tekrürden oluşmuştur. Biyokütleleri 264.3 - 266.4 g arasında değişen balıklar 10 adet balık altı akvaryumlara rasgele stoklanmıştır. Yemleme sabah ve akşam olmak üzere günde iki kez elle, balıklar doyuncaya kadar yapılmıştır.

Yem tüketiminin belirlenmesi: Ağırlığı önceden tartılarak belirlenen yem balıklar yem aldığı sürece verilmiştir. Artan yem tekrar tartılmış, balıklar tarafında tüketilmeyen yemler akvaryum zemininden 15 dakika sonra sifonla toplanmış ve etüvde 105 °C'de 24 saat kurutulmuştur. Yemin içerdiği su miktarından yola çıkılarak tüketilmeyen toplam yem hesaplanmış ve böylece toplam tüketilen yem tesbit edilmiştir. Toplam tüketilen yem balık sayısına bölünerek birey başına yem ve balıkların ortalama ağırlığından hareketle de yem tüketim oranı tahmin edilmiştir (Helland vd., 1996).

Suyun sıcaklıkları günlük olarak kontrol edilmiş, oksijen içeriği ve pH değerleri haftalık olarak ölçülmüştür.

2.2.4. Tuzluluğun Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Balıkların yeni ortama tam alışmaları (Bkz. Sıcaklığının etkisi) 29 gün sürmüş ve 08 Şubat 2001 tarihinde ilk boy ve ağırlık ölçümleri alınarak araştırmaya başlanmıştır. Araştırma periyotları iki haftalık olarak belirlenmiş ve her periyotta tüm bireylerin boy ve ağırlıkları ölçülmüştür. Son ölçümler 05 Nisan 2001 tarihinde yapılarak (toplam 8 hafta) araştırma tamamlanmıştır.

Deneme grupları; tatlısu (< %1), acı su (%9-10), Karadeniz suyu (%15-16) ve Marmara suyu (%23-24) tuzluluk değerlerine sahip olmak üzere dört gruba ayrılmış ve her grup iki tekerrürden oluşmuştur. Marmara Denizi'nin doğal tuzluluğuna benzer suyu elde edebilmek için Karadeniz'in suyuna özel bir firma tarafından üretilen deniz tuzu (Instant Ocean Synthetic Sea Salt) katılmıştır. Her bir akvaryuma biyokütelleri 368 - 373 g arasında değişen 10 adet balık sekiz akvaryuma rasgele stoklanmıştır. Yemleme sabah ve akşam olmak üzere günde iki kez elle, balıklar doyuncaya kadar yapılmıştır.

Yem tüketimi 2.2.3. Bölümünde izah edildiği gibi tespit edilmiştir.

2.2.5. Oksijen Tüketimi

Çalışma, su sıcaklığın ve balık büyüklüğünün oksijen tüketim miktarı üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla iki farklı düzenekte yapılmıştır. Su sıcaklığının oksijen tüketim miktarı üzerine etkisinin belirlenmesi çalışması "su sıcaklığının etkilerinin belirlenmesi çalışması (Bölüm 2.2.3)" tamamlandığında 16°C ve 20°C gruplarından alt örnekleme yapılarak alınan balıklarla 12 Mayıs 2000 tarihinde yapılmıştır. Balık büyüklüğünün oksijen tüketim miktarı üzerine etkisinin belirlenmesi çalışması ise

balıkların ortama alışmaları (34 gün) sağlandıktan sonra 23 Nisan 2001 tarihinde yapılmıştır.

Akvaryumlara su girişi ve çıkışı sağlanmadığından oksijenlendirme havalandırma ile sağlanmıştır (De la Gándara vd, 2000). Balıklar çalışma başlamadan önce üç gün süreyle aç bırakılmıştır (Okumuş, 2000b). Çalışmadan bir gün önce akvaryumun suyu tamamen değiştirilmiştir. Oksijen tüketimi belirlenmeden önce yüzeyden oksijen emilimini engellemek amacıyla streç film ile akvaryumun üzeri havayla teması tamamen kesecek şekilde örtülmüştür. Suda balıkların belirli bir noktada hareketsiz kalmaları nedeniyle suyun oksijen içeriğinin homojen yayılım göstermesi amacıyla su sirkülasyonu filtrenin havalandırma kısmı kapatılarak sağlanmıştır. Üçüncü günün sonunda suyun çözünmüş oksijen içeriği Winkler metodu ile belirlenmiş ve havalandırma kapatılmıştır. Yaklaşık bir saat sonra suyun oksijen içeriği tekrar belirlenmiş ve aradaki fark tüketim olarak kaydedilmiştir. Akvaryumun toplam hacmi, balıkların toplam ağırlığı ve ölçümler arası süreden yararlanılarak oksijen tüketim miktarı $\text{mgO}_2/\text{kg/saat}$ birimine dönüştürülmüştür. Elde edilen tüketim miktarı standart metabolizma olarak kabul edilmiştir. Ardından havalandırma tekrar açılmıştır.

Balıklar daha sonra doyuncaya kadar yemlenmişler ve tüketilmeyen yem sifonla zeminden toplanmıştır. Havalandırma kapatılmadan önce yeniden suyun çözünmüş oksijen içeriği belirlenmiş ve havalandırma kapatılmıştır. Her bir saatte suyun çözünmüş oksijen içeriğini belirlemek amacıyla örnek alınmıştır. Balıklarda strese neden olmamak için suyun çözünmüş oksijen içeriğinin 7 mg/l 'nin altına düşmesine izin verilmemiş, havalandırma bir süre yeniden açılmıştır. Çalışmaya; oksijen tüketimi yaklaşık standart metabolizma seviyesine düşünceye kadar devam edilmiştir.

2.3. Ağırlık ve Boy Ölçümü

Balıkların toplam biyokütlelerinin belirlenmesinde 0.01 g hassasiyetli elektronik terazi kullanılmıştır. İçinde su bulunan kovanın darası alınmış, balıklar bir havlu ile kurularak biyokütleler ölçülmüştür.

Su kolonu ve zeminden yem alımı çalışmasında rasgele seçilen 20 adet balığın, diğer çalışmalarda tüm bireylerin boy ve ağırlığı alınırken balıklar 10 litre suda 0.5 g MS-222 çözüldürülerek elde edilen çözeltide bayıltılmışlardır. Havlu ile kurutulan balıklar teker teker 0.01 g hassasiyetli terazide tartılarak ağırlıkları ve von Bayer teknesinde ise boyları belirlenmiştir.

2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmalar sonucunda elde edilen veriler bilgisayar paket programları olan EXCEL, QPRO ve MINITAB yardımıyla değerlendirilmiş ve istatistiksel analizlerde varyans analizi (ANOVA one-way) kullanılmıştır.

2.4.1. Büyümenin Belirlenmesi

Çalışma süresince her periyotta meydana gelen oransal ağırlık artışı (OAA) ve günlük spesifik büyüme oranının (SBO) belirlenmesinde aşağıdaki formüller kullanılmıştır:

$$SBO (\%) = (\ln W_2 - \ln W_1) * 100 / (t_2 - t_1) \quad (2)$$

Burada; W_1 : ilk ağırlık, W_2 : son ağırlık, $t_2 - t_1$: iki tartım arasındaki süre (gün) dür.

2.4.2. Kondisyon Faktörü (K)

Balıklarda ağırlık ile boy arasındaki ilişkiyi açıklayan diğer bir bağıntı kondisyon faktörüdür. Mutlak değer olarak türlere göre farklılık gösteren kondisyon faktörü aynı zamanda balığın iyi beslenip beslenmediğinin, gonadların gelişiminin de bir ölçüsüdür. Bu nedenle, yaş, cinsiyet ve mevsimlere göre değişmektedir. Bu faktör (K);

$$K = (W / L^3) \times 100 \quad (3)$$

formülü ile hesaplanmıştır. Boy olarak bazı araştırmacılar tarafından standart veya çatal boy da kullanılmasına rağmen genellikle tam boy kullanılmaktadır. Bu çalışmada da tam boy tercih edilmiştir.

2.4.3. Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranı

Canlı ağırlığın yüzdesi olarak tüketilen günlük yem miktarı (FC) ve yem değerlendirme oranının (FCR) hesaplanmasında aşağıdaki fomüllerden yararlanılmıştır:

$$FC = \left[\left(\frac{F_o}{n} / t \right) / \left(\frac{W_1 + W_2}{2} \right) \right] \times 100 \quad (4)$$

$$FCR = F_o / ((W_s + m) - W_i) \quad (5)$$

Burada; F_o : Bir periyotta tüketilen yem miktarı (g), n : birey sayısı, m : ölen balıkların ağırlığı (g) ve W_1 ve W_2 : daha önce belirtildiği gibidir.

3. BULGULAR

3.1. Yumurta Verimi, Kuluçka Randımanı ve Larva - Yavru Büyütme

3.1.1. Çevresel Parametreler

Kuluçka suyunun günlük sıcaklık değerleri 4-12 °C arasında değişim göstermiş ve serbest yüzme tamamlanıncaya kadar ortalama 8.33 ± 1.33 °C olarak (08 Ocak - 31 Mart 1999) gerçekleşmiştir (Şekil 8A). Larva ve yavruların ilk dokuz hafta içerisinde (01 Nisan - 03 Haziran 1999) büyütüldükleri su sıcaklıkları Şekil 8B'de verilmiştir. Su sıcaklık değerleri Ek Tablo 1'de verilmiştir.

Yumurta ve larva gelişimi süresince kuluçkahanedeki kullanılan 2.5-4.0 l/dk'lık suyun yalak girişinde ölçülen kalite parametreleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Kuluçka suyu kalite değerleri

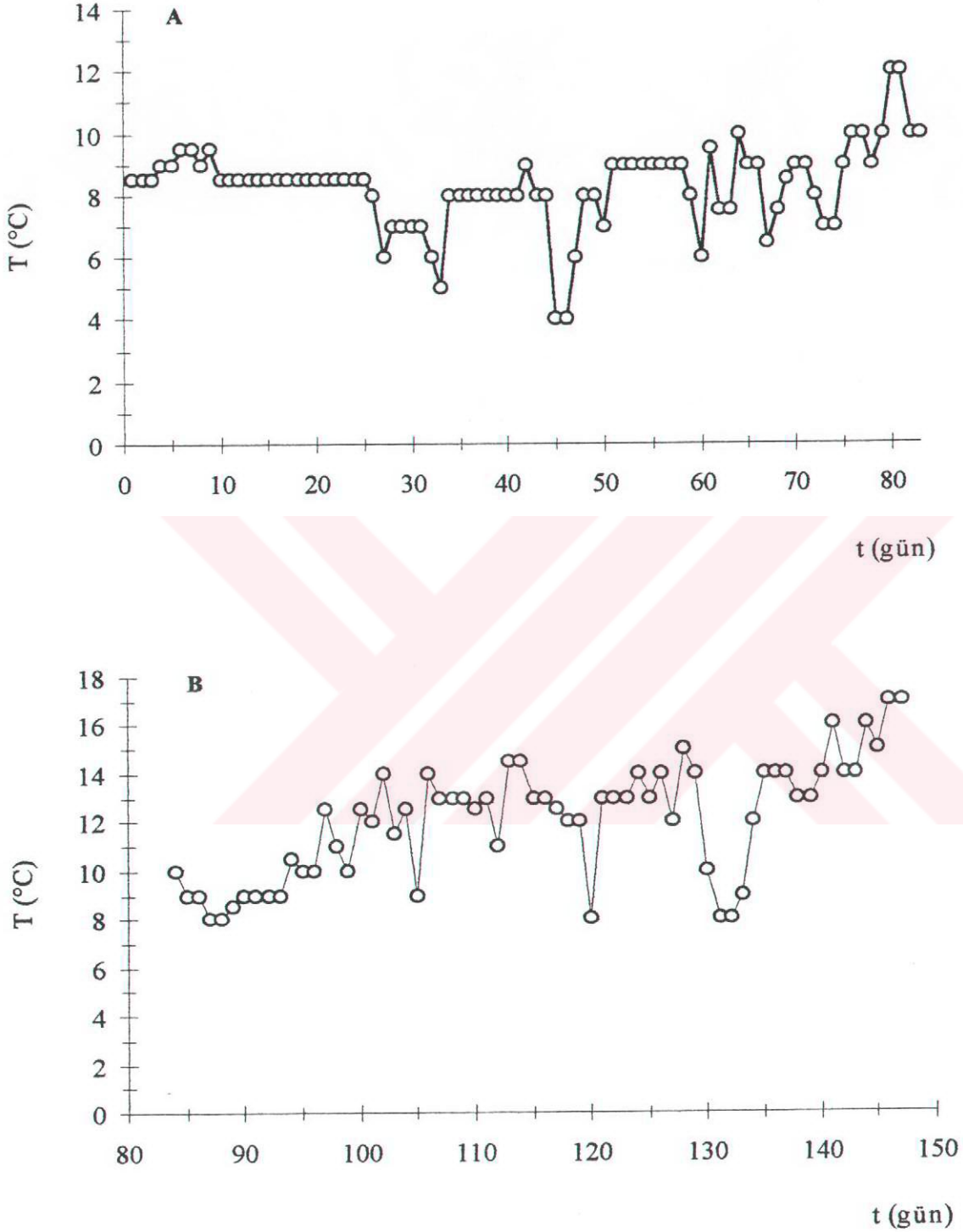
Parametreler	
Sıcaklık * (yumurta) °C)	8.33 ± 1.33
Sıcaklık* (larva-yavru) (°C)	10.93 ± 1.94
Çözünmüş oksijen (mg/l)	10.1-10.5
pH	7.93
Nitrat (mg/l)	0.10
Nitrit (mg/l)	<0.01
Sülfat (mg/l)	1.60
Fosfat (mg/l)	0.16
Klor (mg/l)	0.09
İletkenlik (μ mhos)	120

* Sıcaklık değeri, günlük olarak yapılan ölçümlerin ortalamasıdır

3.1.2. Yumurta Verimi ve Büyüklüğü

Çalışmada; toplam 8 adet dişi balık sağılmıştır. Yumurtaların döllenmesinde her bir dişi başına iki erkek olacak şekilde dölleme yapılmıştır.

Yapılan ölçümlerde; ortalama anaç balık ağırlıkları 318.8 ± 80.2 (195 - 485) g, mutlak yumurta verimi 919 ± 324 (521-1569) adet/anaç, nisbi yumurta verimi ise 2843 ± 479 (2006-3572) adet/kg ve yumurta büyüklüğü 4.58 ± 0.254 (4.07-4.94) mm olarak belirlenmiştir (Tablo 8 ve Ek Tablo 2).

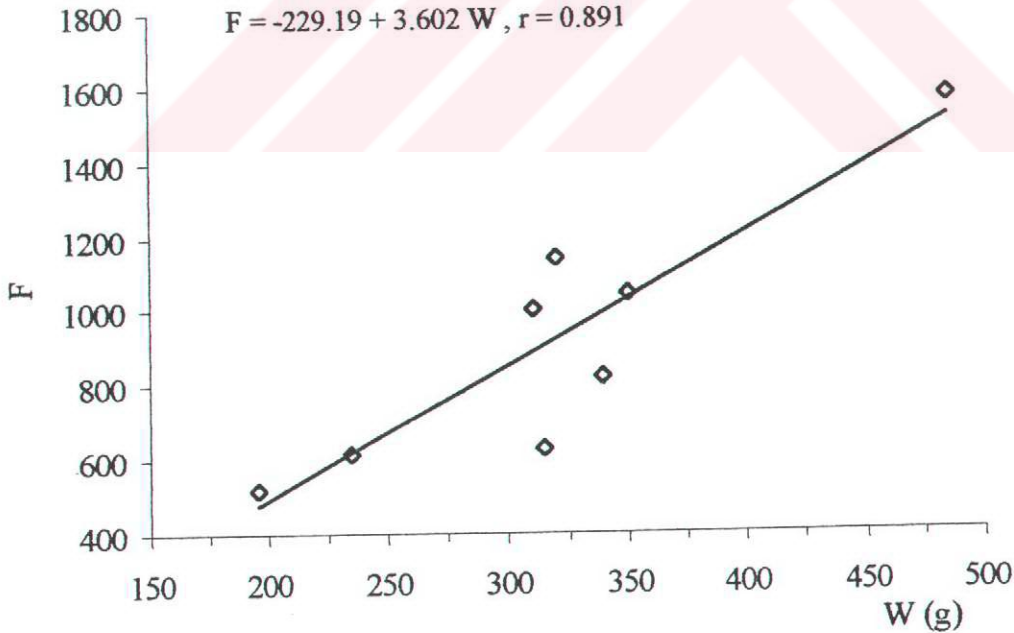


Şekil 8. Yumurtaların kuluçkalandığı (08 Ocak - 31 Mart 1999) (A) ve larva ve yavruların büyütüldüğü (01 Nisan - 03 Haziran 1999) (B) su sıcaklıkları

Tablo 8. Anaç ağırlığı, yumurta verimi, toplam yumurta hacmi ve yumurta büyüklüğü değerleri

	Ort ± sd (min-mak)	
Anaç balık ağırlığı (g)	318.8±80.2	(195 - 485)
Top. yumurta hacmi (ml)	79.8±36.3	(42-164)
Top. yumurta verimi (adet)	919±324	(521-1569)
Nisbi yumurta verimi (ad/kg)	2843±479	(2006-3572)
Yumurta büyüklüğü (mm)	4.58±0.254	(4.07-4.94)

Yapılan regresyon analizi anaç ağırlığı ile yumurta verimi arasında önemli lineer bir ilişki bulunduğunu göstermiş ($P < 0.01$) (Şekil 9), ancak a katsayısının P değeri bu ilişkiyi desteklememiştir (Tablo 9). Anaç boyu ile yumurta verimi arasında önemli lineer bir ilişki gözlenmiştir ($P < 0.01$) (Şekil 10 ve Tablo 10). Anaç ağırlığı ile yumurta büyüklüğü ve yumurta verimi ile yumurta büyüklüğü arasındaki olası ilişkiler de kontrol edilmiş, ancak önemsiz bulunmuştur (Şekil 11 ve 12).

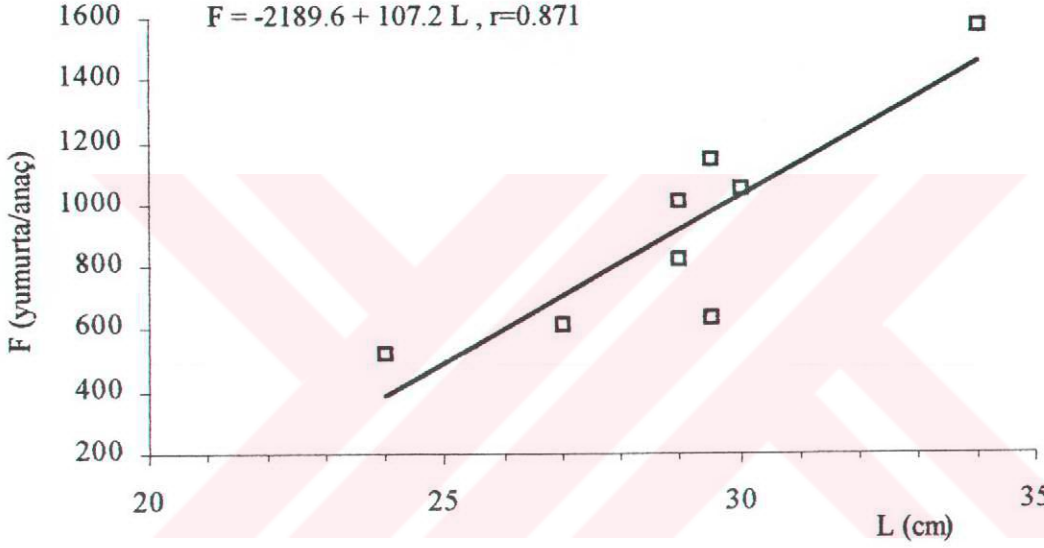


Şekil 9. Anaç ağırlığı (W) - yumurta verimi (F) ilişkisi

Tablo 9. Anaç ağırlığı ile yumurta verimi arasında yapılan regresyon analizi

Değerler	Katsayı	St Sapma	t-değeri	P
a	-229.2	245.7	-0.93	0.387
b	3.6025	0.7476	4.82	0.003

		Anova: Tek Etken			
Varyans Kaynağı	DF	SS	MS	F	P-değeri
Regresyon	1	668223	668223	23.22	0.003
Hata	6	172676	28779		
Toplam	7	840899			

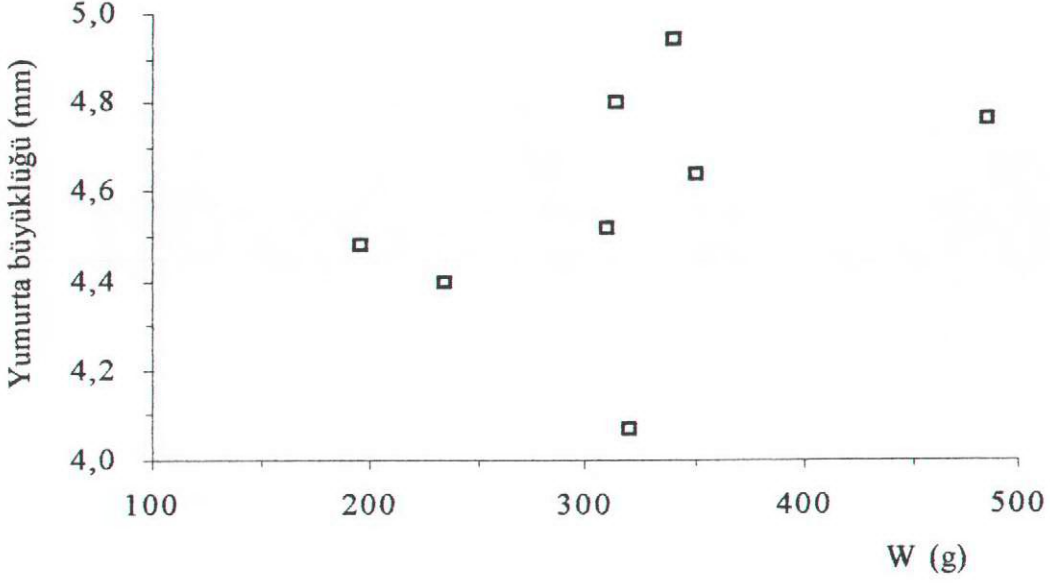


Şekil 10. Anaç boyu (L) - yumurta verimi (F) ilişkisi

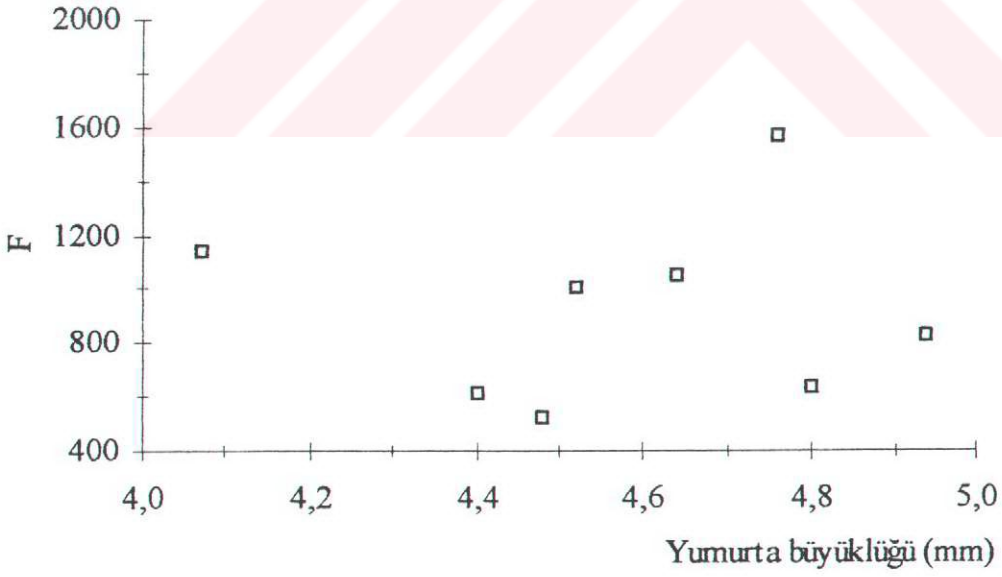
Tablo 10. Anaç boyu ile yumurta verimi arasında yapılan regresyon analizi

Değerler	Katsayı	St Sapma	t-değeri	P
a	-2189.6	719.2	-3.04	0.023
b	107.20	24.70	4.34	0.005

		Anova: Tek Etken			
Varyans Kaynağı	DF	SS	MS	F	P-değeri
Regresyon	1	637776	637776	18.84	0.005
Hata	6	203123	33854		
Toplam	7	840899			



Şekil 11. Anaç ağırlığı (W) - yumurta büyüklüğü (ED) ilişkisi



Şekil 12. Yumurta büyüklüğü (mm) - yumurta verimi (F) ilişkisi

3.1.3. Embriyonal - Larval Gelişim ve Yaşama Oranları

Gelişim Evreleri

08 Ocak 1999 tarihinde sağımı ve döllennesi yapılan yumurtalar, 1-10 Şubat 1999 tarihleri arasında (24-33 gün, 217-278 GD) gözlenmiş, larvalar 25 Şubat - 03 Mart 1999 tarihleri arasında (48-54 gün, 387-448 GD) yumurtadan çıkmış ve serbest yüzme ise 25 Mart - 02 Nisan 1999 tarihleri arasında (76-85 gün, 616-708 GD) tamamlanmıştır (Tablo 11).

Tablo 11. Yumurtaların gözlenme ve çıkış, larvaların serbest yüzme; tarih, süre ve su sıcaklığı ile gün-dereceleri

Sağım tarihi	08.01.1999
Gözlenme tarihi	1-10.02.1999
Gözlenme süresi	24-33 gün
Sağım-gözlenme dönemi su sıcaklığı (°C)	8.45±0.71 (6.0-9.5)
Gözlenme (gün-derece)	217-278
Çıkış tarihi	25.02-03.03.1999
Çıkış süresi	48-54 gün
Sağım-çıkış döneminde su sıcaklığı (°C)	7.98±1.20 (4.0-9.5)
Çıkış (gün-derece)	387-448
Serbest yüzme tarihi	25.03-02.04.1999
Serbest yüzme süresi	76-85 gün
Sağım-serbest yüzme döneminde su sıcaklığı (°C)	8.33±1.33 (4.0-12.0)
Serbest yüzme (gün-derece)	616-708

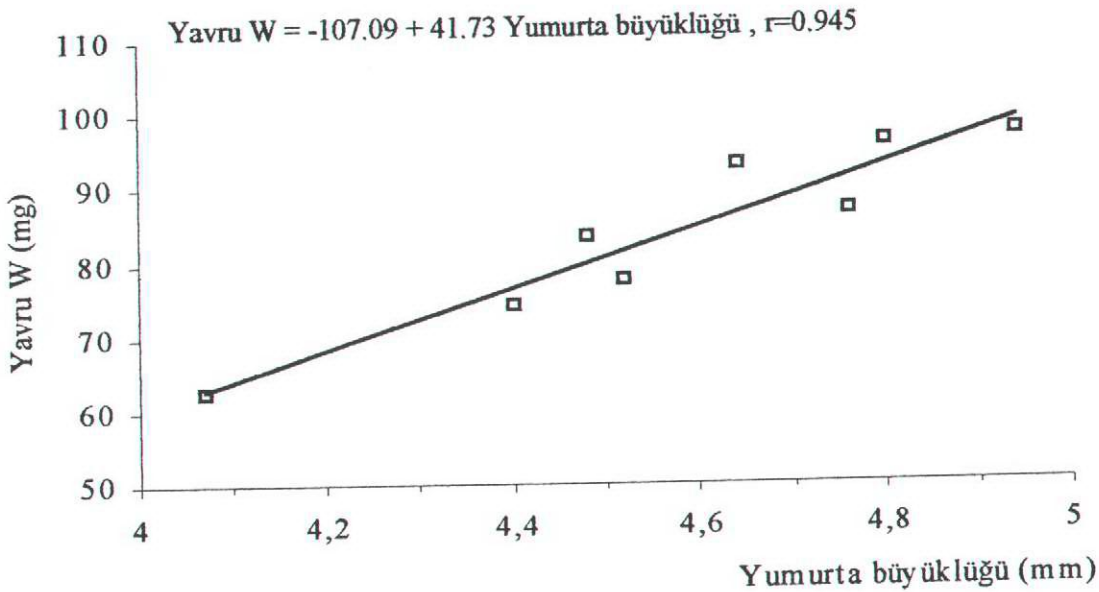
Yaşama Oranları

Döllennemeyen ve/veya ilk 36 saat içinde ölen yumurta sayısı 161±99 adet/anaç ve kayıp oranı ise %19.54±12.38 (2.84-34.29) olarak tahmin edilmiştir. Gözlenen yumurta sayısı ortalama 653±377 adet/anaç ve yaşama oranı ise %67.35±21.36 olarak belirlenmiştir. Yumurtadan çıkan larva sayısı 558±371 adet ve sağımdan çıkışa kadar yaşama oranı %56.51±24.28 olarak gerçekleşmiştir. Çıkıştan serbest yüzmeye kadar yaşayan larva sayısı 508±323 adettir. Serbest yüzme aşamasına kadar meydana gelen toplam kayıp oranı ise %47.95±23.67 olarak tahmin edilmiştir, başka bir ifadeyle yumurtaların %50'den fazlası serbest yüzme aşamasına kadar hayatta kalmıştır (Tablo 12 ve Ek Tablo 3).

Tablo 12. Dölllenme ve serbest yüzme periyodunda yaşama veya kayıp oranları

	Ort ± sd (min-mak) (n=8)	
Toplam yumurta sayısı	919±324	(521-1569)
İlk 36 saat		
Döllenmeyen veya ilk 36 saatte ölen yumurta sayısı	161±99	(18-345)
Döllenen yumurta sayısı	758±350	(372-1509)
Kayıp oranı (%)	19.54±12.38	(2.84-34.29)
Gözlenme		
Gözlenen yumurta sayısı	653±377	(165-1472)
Gözlenme oranı (%)	67.35±21.36	(31.67-95.73)
Kayıp oranı (%)	32.65±21.36	(4.27-68.33)
Çıkış		
Yumurtadan çıkan larva sayısı	558±371	(76-1401)
Çıkış oranı (%)	56.51±24.84	(14.59-92.56)
Kayıp oranı (%)	43.49±24.84	(7.44-85.41)
Serbest yüzme		
Yaşayan larva sayısı	508±323	(66-1197)
Yaşama oranı (%)	52.05±23.67	(12.67-91.93)
Kayıp oranı (%)	47.95±23.67	(8.07-87.33)

Yumurta büyüklüğü ile besin kesesini yeni tüketmiş, henüz ilk beslemesi yapılmamış yavru ağırlığı arasındaki ilişkinin önemli olduğu gözlenmiştir ($P<0.01$) (Şekil 13, Tablo 13 ve 14).



Şekil 13. Yumurta büyüklüğü (mm) - yavru ağırlığı (mg) ilişkisi

Tablo 13. Anaç, yumurta ve yavru büyüklükleri

Anaç no	W (g)	Yumurta büyüklüğü (mm)	Yavru ağırlığı (min-mak) (mg)
1	340	4.94	97.3 (70-120)
2	485	4.76	86.9 (60-110)
3	315	4.80	96.0 (60-110)
4	350	4.64	93.1 (70-110)
5	320	4.07	62.4 (50-70)
6	235	4.40	74.2 (60-90)
7	195	4.48	83.5 (60-100)
8	310	4.52	77.7 (50-90)

Tablo 14. Yumurta büyüklüğü ile yavru ağırlığı arasında yapılan regresyon analizi

Değerler	Katsayı	St Sapma	t-değeri	P
a	-107.09	27.08	-3.95	0.007
b	41.733	5.908	7.06	0.000

Varyans Kaynağı	DF	Anova: Tek Etken		F	P-değeri
		SS	MS		
Regresyon	1	905.63	905.63	49.89	0.000
Hata	6	108.92	18.15		
Toplam	7	1014.55			

Yüzmeye başlayan yavruların başlangıç (yumurtadan çıkıştan 4 hafta sonra) ve sonraki 2, 4, 7 ve 9. haftada belirlenen ortalama ağırlıkları ve spesifik büyüme oranları ile su sıcaklıkları Tablo 15’de verilmiştir. Ünite yetersizliğinden dolayı yavrular birbirlerine karıştığından 1, 2, 3, 6, 7 ve 8 nolu anaçların yavruları “Grup 1”; 4 nolu anaçın yavruları “A4” ve 5 nolu anaçın yavruları ise “A5” adı altında verilmiştir. Ancak, Grup 1’de teknik sorunlar nedeniyle meydana gelen kaçışlar birey sayısında oldukça fazla azalmalara neden olmuş ve nihayetinde 30 Nisan tartımından iki gün sonra “Grup 1” su kesintisi nedeniyle tamamen ölmüştür. Haziran başında ortaya çıkan hastalık nedeniyle çok sayıda birey öldüğünden yavru büyütme evresi ile ilgili çalışma 03 Haziran’da zorunlu olarak sonuçlandırılmıştır. Çalışmanın sonunda “A4”den 117, “A5” den 104 birey rasgele örnekleme ile alınmış ve bireysel ağırlık değerleri ölçülerek istatistiksel analiz yapılmıştır “A4” ile “A5” in başlangıçta yumurta büyüklükleri ve buna bağlı olarak da ilk yavruların

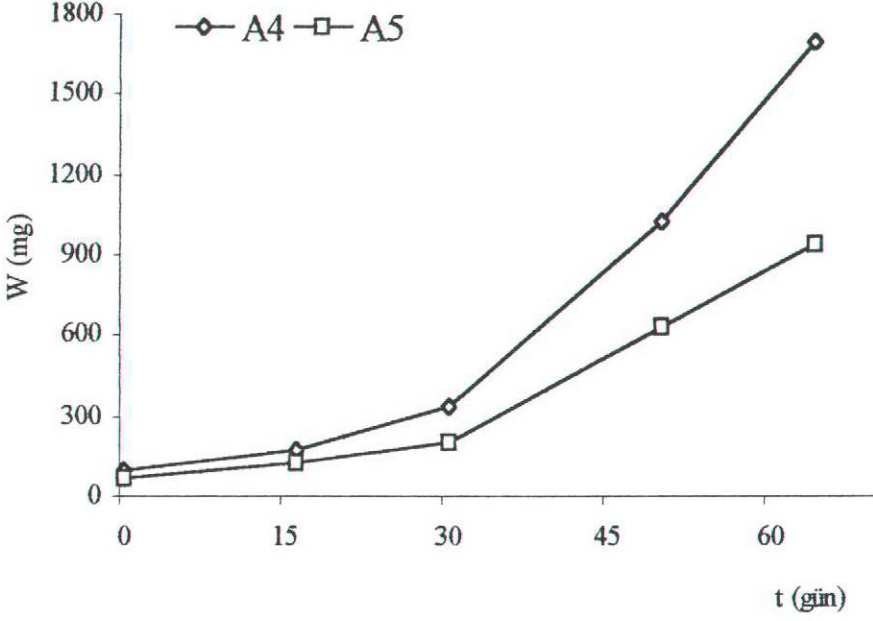
Tablo 15. Larval gelişim esnasında ortalama ağırlık (W, mg), birey sayısı (n), spesifik büyüme oranı (SBO; %) ve su sıcaklığı (T; °C)

Ölçüm tarihi	T (°C)		Grup 1	A 4	A 5
01 Nisan	9.50±1.15 (8.0-12.5)	W (n)	87.1 (2777)	93.1 (597)	62.4 (687)
		SBO	4.34	3.98	4.71
16 Nisan	12.37±1.44 (9.0-14.5)	W (n)	166.9 (2114)	169.8 (529)	126.5 (675)
		SBO	5.45	4.59	3.14
30 Nisan	12.05±2.17 (8.0-14.5)	W (n)	378.1 (1338)	337.9 (435)	202.5 (432)
		SBO		5.56	5.67
20 Mayıs	14.50±1.45 (12.0-17.0)	W (n)	-	1029.0 (434)	630.0 (432)
		SBO		3.54	2.84
03 Haziran		W (n)	-	1690.0 (418)	937.0 (428)

ağırlıklarının farklılığı çalışma sonunda da kaybolmamış ve önemli bulunmuştur ($P < 0.001$) (Tablo 16 ve Şekil 14).

Tablo 16. Serbest yüzme aşamasından sonra A4 ve A5'e ait yavru ağırlıkları (mg) arasında yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Anova: Tek Etken						
Gruplar	Sayı	Ortalama	St Sapma			
A4	117	1652.906	333.115			
A5	104	922.500	296.713			
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	29373491	1	29373491	293.1999	2.79E-42	3.884267
Gruplar İçinde	21939962	219	100182.5			
Toplam	51313453	220				



Şekil 14. Serbest yüzme aşamasından sonra A4 ve A5'e ait ağırlıkça büyüme

Çalışmanın sonunda (03 Haziran) A4 ve A5'e ait yavruların kondisyon faktörleri aşağıda verilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir.

A4 için: $K=1.10 \pm 0.096$ (0.864-1.380; n=58)

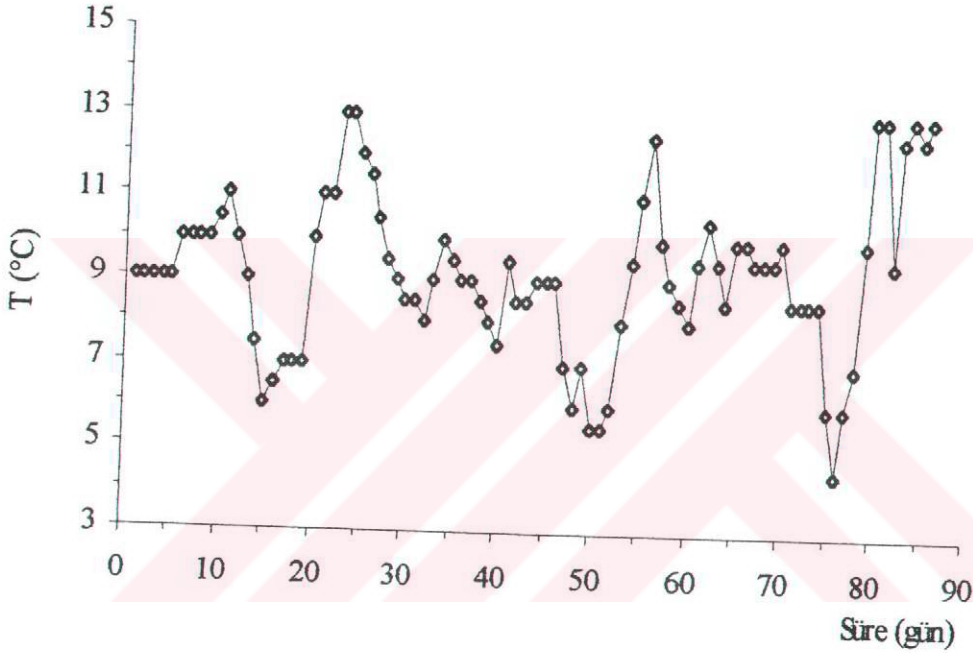
A5 için: $K=1.14 \pm 0.166$ (0.796-1.768; n=57)

3.2. Larval Gelişim (Besin Kesesi Absorpsiyonu)

Larval gelişimin takip edilmesi amacıyla yapılan çalışmada ortalama su sıcaklığı (09 Aralık 2000 - 04 Mart 2001) 9.20 ± 1.92 °C (4.5-13.0) olarak belirlenmiştir (Şekil 15) (Ek Tablo 4). Larvalar yumurtadan 01 - 07 Şubat 2001 tarihleri (55 - 61. günler veya 491 - 549 gün-derece (GD)) arasında çıkmıştır. Yumurtadan çıkan bireyler aynı gün farklı bir bölmeye yerleştirilmiştir. Örneklemeler, sırasıyla 58. gün (523 GD), 61. gün (549 GD), 64. gün (577.5 GD), 67. gün (607 GD), 70. gün (636 GD), 73. gün (661.5 GD), 77. gün (686.5 GD), 80. gün (816.5 GD), 83. gün (751.5 GD) ve 86. gün (790 GD)'lerde yapılmış

ve serbest yüzme son örneklemeden bir gün sonra başlamış, bu nedenle de örnekleme son verilmiştir.

Başlangıçta (çıkış) 12.07 ± 0.32 mm ($n=10$) olan tam boy, serbest yüzme başlangıcında 19.01 ± 0.96 mm'ye, yaş ağırlık ise 72.45 ± 5.58 mg'dan 98.85 ± 6.22 mg'a ulaşmıştır (Şekil 16). Larva boyu ile gün-derece arasında doğrusal ilişki bulunmuştur ($r=0.76$), ancak a katsayısının P değeri bu ilişkiyi desteklememektedir (Tablo 17). Yaş ağırlık ile gün-derece arasında önemli doğrusal bir ilişki belirlenmiştir ($r=0.90$) (Tablo 18).

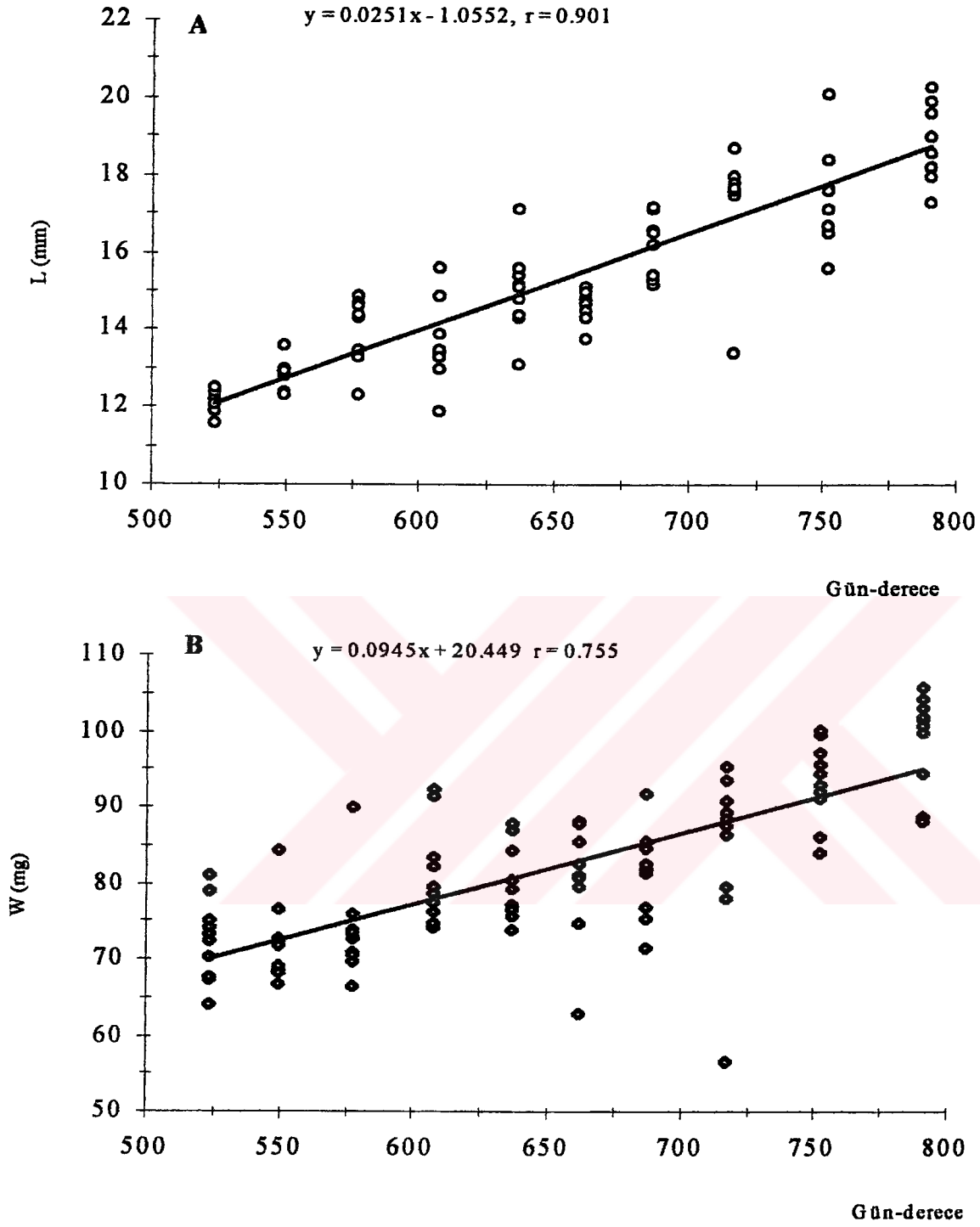


Şekil 15. Kuluçka suyu sıcaklıkları (09 Aralık 2000 - 04 Mart 2001)

Tablo 17. Gün-derece ile larva boyu arasında yapılan regresyon analizi

Değerler	Katsayı	St Hata	t-değeri	P
a	-1.05522	0.7976187	-1.32296	0.18803
b	0.025066	0.0012174	20.58949	2.3E-37

Varyans Kaynağı	DF	Anova: Tek Etken		F	Anlamlı F
		SS	MS		
Regresyon	1	436.17338	436.1734	423.927	2.27E-37
Fark	98	100.83102	1.028888		
Toplam	99	537.04400			



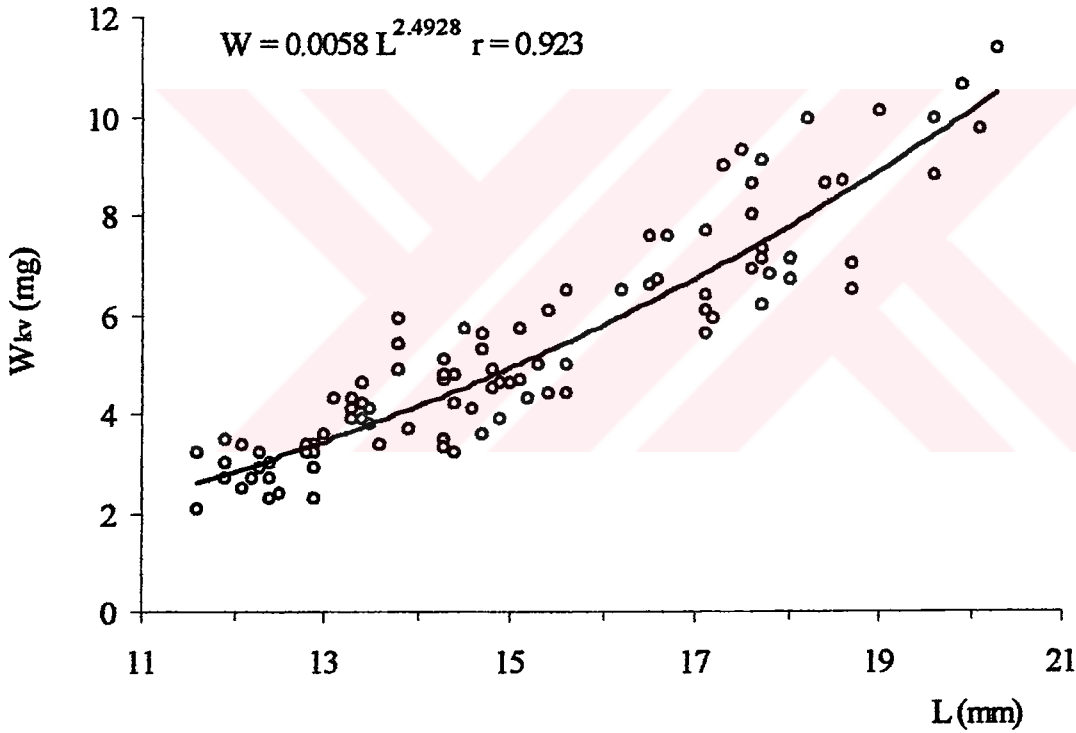
Şekil 16. Çıkıştan serbest yüzmeye evresine kadar 267 (523-790) GD süredeki larval gelişim
A: Boy, B: Ağırlık

Tablo 18. Gün-derece ile larva ağırlığı arasında yapılan regresyon analizi

Değerler	Katsayı	St Hata	t-değeri	P
a	20.44853	5.423423	3.770411	0.000279
b	0.094473	0.008278	11.41272	1.08E-19

Anova: Tek Etken					
Varyans Kaynağı	DF	SS	MS	F	Anlamlı F
Regresyon	1	6195.878	6195.878	130.2502	1.08E-19
Fark	98	4661.766	47.56904		
Toplam	99	10857.640			

Yapılan analiz sonucunda larva boyu ile kuru vücut ağırlığı arasında önemli bir üssel ilişki gözlenmiştir ($r=0.923$) (Şekil 17).

Şekil 17. Larva boyu (L; mm) ile kuru vücut ağırlığı (W_{kv} ; mg) ilişkisi

Larvalar, besin keseleri ile vücutları birbirinden pens ile ayrılmış ve etüvde kurutulmuştur. Gün-derece ile kuru kese ve total kuru ağırlık azalırken kuru vücut ağırlığı göreceli olarak artmıştır ve aralarında önemli lineer ilişkiler bulunmuştur (Tablo 19 ve Şekil 18). Örnekleme başlangıcında kuru vücut ağırlığı 2.70 ± 0.41 , kese ağırlığı 23.33 ± 0.59 ve toplam (vücut + kese) kuru larva ağırlığı 26.03 ± 0.87 mg iken, bu değerler çalışmanın

Tablo 19. Gün-derece ile kuru kese ağırlığı (A), kuru vücut ağırlığı (B) ve toplam kuru larva ağırlığı (C) arasında yapılan regresyon analizi

A

Değerler	Katsayı	St Hata	t-değeri	P
a	49.63038	1.191338	41.65937	3.86E-64
b	-0.04969	0.001818	-27.32620	1.24E-47

Anova: Tek Etken					
Varyans Kaynağı	DF	SS	MS	F	Anlamlı F
Regresyon	1	1713.977	1713.977	746.7196	1.24E-47
Fark	98	224.9435	2.295342		
Toplam	99	1938.92			

B

Değerler	Katsayı	St Hata	t-değeri	P
a	-10.52860	0.671360	-15.6826	1.81E-18
b	0.024499	0.001025	23.9082	1.11E-42

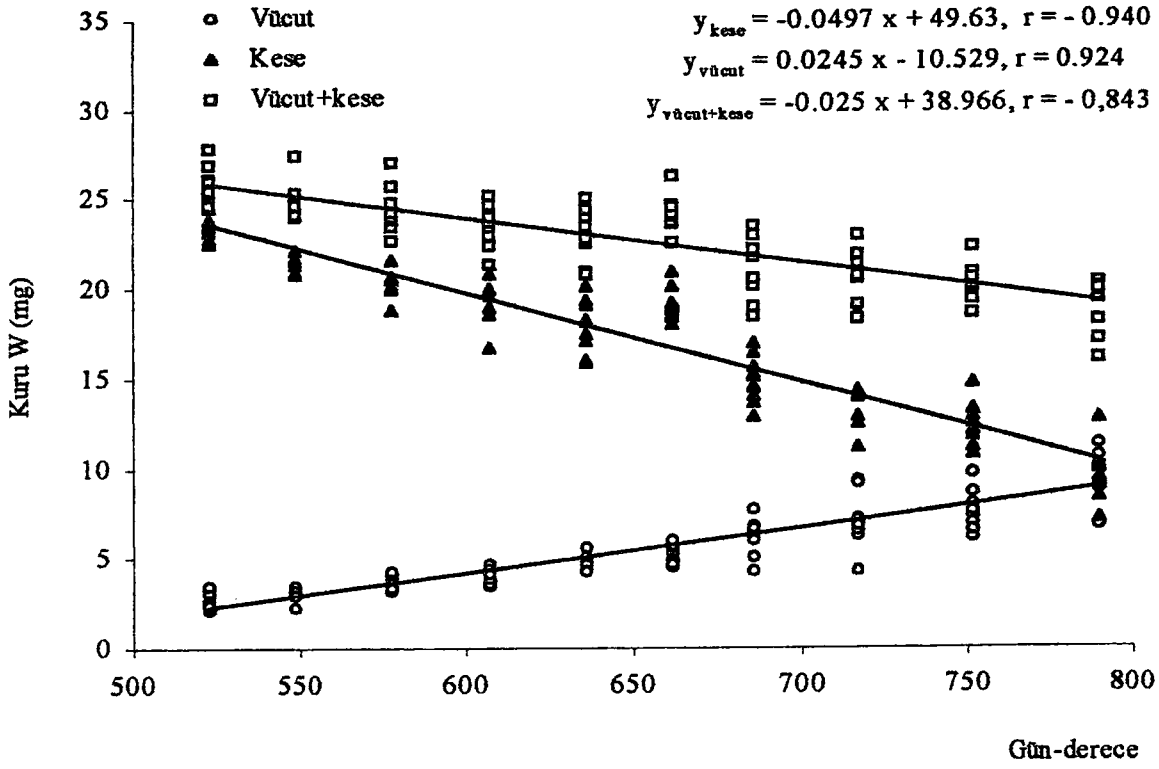
Anova: Tek Etken					
Varyans Kaynağı	DF	SS	MS	F	Anlamlı F
Regresyon	1	416.6581	416.6581	571.5997	1.11E-42
Fark	98	71.4355	0.728933		
Toplam	99	488.0936			

C

Değerler	Katsayı	St Hata	t-değeri	P
a	38.96647	1.05562	36.91334	2.68E-59
b	-0.02498	0.001611	-15.50500	4.03E-28

Anova: Tek Etken					
Varyans Kaynağı	DF	SS	MS	F	Anlamlı F
Regresyon	1	433.2461	433.2461	240.404	4.03E-28
Fark	98	176.6115	1.802158		
Toplam	99	609.8576			

sonunda sırasıyla, 9.49 ± 1.27 , 12.46 ± 1.14 ve 19.00 ± 1.42 mg olarak saptanmıştır (Tablo 20).

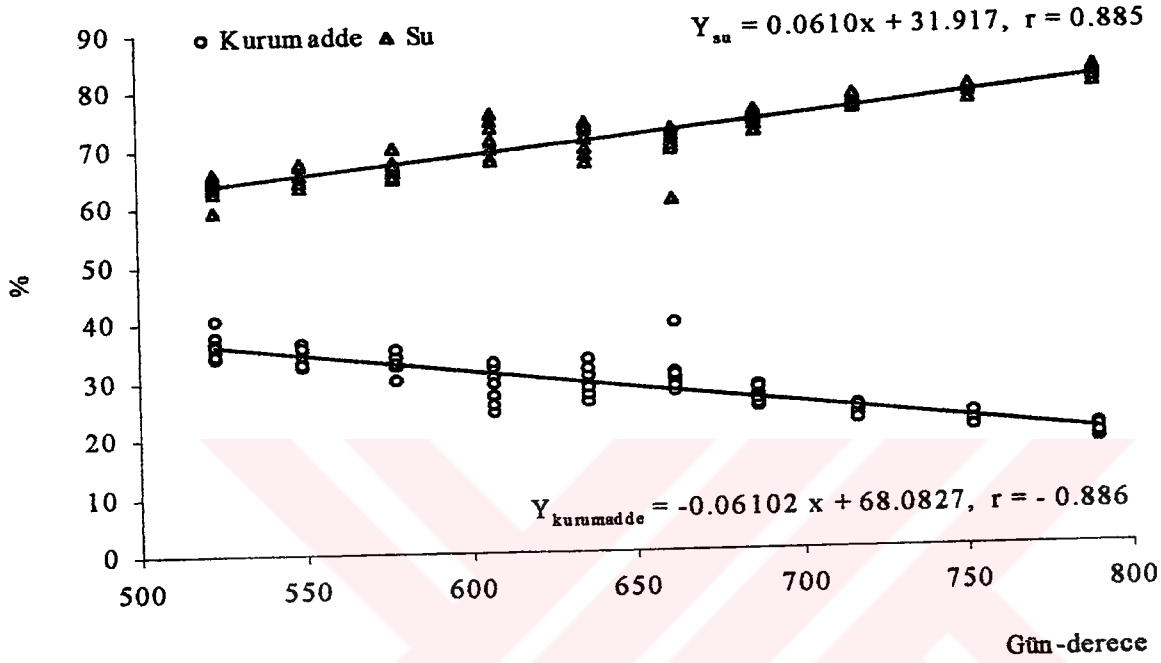


Şekil 18. Kuru kese ağırlığı, vücut ağırlığı ve toplam kuru larva ağırlığında gün-dereceye bağlı değişim

Tablo 20. Larval evrede (keseli) belirlenen boy (L; mm), ağırlık (W_y : yaş ağırlık, W_{kv} : kuru vücut ağırlığı, W_{kk} : kuru kese ağırlığı, W_{kvk} : kuru vücut+kese ağırlığı) (mg) değerleri

Örnek No	GD	L (mm)	W_y (mg)	W_{kv} (mg)	W_{kk} (mg)	W_{kvk} (mg)
1	523.0	12.07 ± 0.32 (11.6 - 12.5)	72.45 ± 5.28 (64.1 - 81.0)	2.70 ± 0.41 (2.1 - 3.4)	23.33 ± 0.59 (22.6 - 24.5)	26.03 ± 0.87 (24.7 - 27.9)
2	549.0	12.85 ± 0.35 (12.3 - 13.6)	71.87 ± 5.22 (66.7 - 84.2)	3.12 ± 0.36 (2.3 - 3.5)	21.70 ± 0.95 (20.8 - 24.1)	24.82 ± 1.03 (24.0 - 27.5)
3	577.5	14.07 ± 0.80 (12.3 - 14.9)	73.69 ± 6.27 (66.5 - 89.9)	3.70 ± 0.39 (3.2 - 4.2)	20.75 ± 1.35 (18.8 - 23.8)	24.45 ± 1.20 (22.7 - 17.0)
4	607.0	13.62 ± 1.02 (11.9 - 15.6)	81.04 ± 6.39 (74.2 - 92.3)	4.05 ± 0.41 (3.5 - 4.6)	19.62 ± 1.43 (16.7 - 21.4)	23.57 ± 1.14 (21.3 - 25.2)
5	636.0	14.93 ± 1.05 (13.1 - 17.1)	80.28 ± 4.75 (74.0 - 87.8)	4.78 ± 0.40 (4.3 - 5.6)	18.22 ± 1.64 (15.9 - 20.8)	23.00 ± 1.37 (20.8 - 25.1)
6	661.5	14.45 ± 0.50 (13.8 - 15.1)	80.84 ± 7.58 (62.7 - 88.3)	5.24 ± 0.50 (4.5 - 5.9)	19.01 ± 0.92 (18.0 - 20.9)	24.25 ± 0.93 (22.6 - 26.2)
7	686.5	16.37 ± 0.81 (15.2 - 17.2)	81.39 ± 5.66 (71.6 - 91.7)	6.13 ± 0.94 (4.3 - 7.7)	14.92 ± 1.24 (12.9 - 17.0)	21.05 ± 1.69 (18.4 - 23.5)
8	716.5	17.48 ± 1.50 (13.4 - 18.7)	84.59 ± 11.25 (56.6 - 95.4)	7.02 ± 1.43 (4.2 - 9.3)	13.88 ± 1.97 (11.2 - 18.7)	20.90 ± 1.34 (18.3 - 22.9)
9	751.5	17.49 ± 1.20 (15.6 - 20.1)	93.42 ± 5.30 (84.1 - 100.2)	7.69 ± 1.08 (6.1 - 9.7)	12.46 ± 1.14 (10.7 - 14.7)	20.25 ± 0.98 (18.6 - 22.3)
10	790.0	19.01 ± 0.96 (17.3 - 20.3)	98.85 ± 6.22 (88.3 - 105.7)	9.49 ± 1.27 (6.7 - 11.3)	9.51 ± 1.43 (7.1 - 12.7)	19.00 ± 1.42 (16.1 - 20.3)

Yumurtadan çıkışta larvanın kurumadde içeriği 36.04 ± 1.93 iken, bu değer serbest yüzme aşamasında 19.22 ± 0.81 'e düşmüştür. Kuru madde içeriğine bağlı olarak da su içeriği sırası ile 63.96 ± 1.83 ve 80.78 ± 0.81 olarak hesaplanmıştır (Şekil 19 ve Tablo 21). Gün-derece ile su ve kurumadde oranları arasında önemli lineer ilişkiler belirlenmiştir (Tablo 22).



Şekil 19. Gün-dereceye bağlı olarak larvanın kurumadde ve su içeriğindeki değişim

Tablo 21. Larval evrede kurumadde ve su içeriğinde gözlenen varyasyon

No	Gün-derece	Kurumadde (%)	Su (%)
1	523.0	36.04 ± 1.93 (34.09 - 40.56)	63.96 ± 1.93 (59.44 - 65.91)
2	549.0	34.61 ± 1.42 (32.42 - 36.58)	65.39 ± 1.42 (63.43 - 67.58)
3	577.5	33.28 ± 1.54 (30.03 - 35.04)	66.72 ± 1.54 (64.66 - 69.97)
4	607.0	29.27 ± 2.90 (24.27 - 32.58)	70.73 ± 2.90 (67.42 - 75.73)
5	636.0	28.73 ± 2.32 (25.85 - 33.11)	71.27 ± 2.32 (66.89 - 74.15)
6	661.5	30.26 ± 3.42 (27.33 - 39.39)	69.74 ± 3.42 (60.61 - 72.67)
7	686.5	25.87 ± 1.30 (24.44 - 28.07)	74.13 ± 1.30 (71.93 - 75.56)
8	716.5	23.60 ± 0.83 (22.01 - 24.46)	76.40 ± 0.83 (75.54 - 77.99)
9	751.5	21.70 ± 0.84 (20.46 - 22.95)	78.30 ± 0.84 (77.05 - 79.54)
10	790.0	19.22 ± 0.81 (17.97 - 20.55)	80.78 ± 0.81 (79.45 - 82.03)

Tablo 22. Gün-derece ile larvanın su (A) ve kurumadde (B) oranı arasında yapılan regresyon analizi

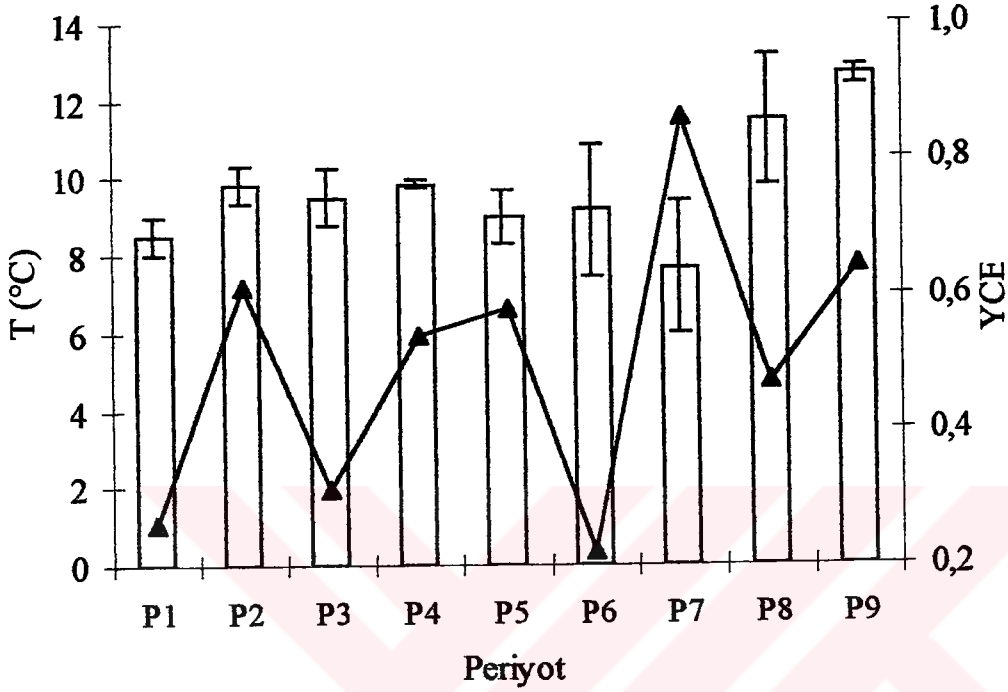
A					
Değerler	Katsayı	St Hata	t-değeri	P	
a	31.91734	2.115144	15.0899	2.65E-27	
b	0.061023	0.003228	18.9020	1.87E-34	
Anova: Tek Etken					
Varyans Kaynağı	DF	SS	MS	F	Anlamlı F
Regresyon	1	2585.074	2585.074	357.2856	1.87E-34
Hata	98	709.061	7.235317		
Toplam	99	3294.135			
B					
Değerler	Katsayı	St Hata	t-değeri	P	
a	68.082662	2.115144	32.18819	6.56E-54	
b	-0.061023	0.003228	-18.90200	1.87E-34	
Anova: Tek Etken					
Varyans Kaynağı	DF	SS	MS	F	Anlamlı F
Regresyon	1	2585.074	2585.074	357.2856	1.9E-34
Hata	98	709.061	7.235317		
Toplam	99	3294.135			

Büyüme $((Wkv_2 - Wkv_1)/(t_2 - t_1))$, besin kesesi tüketimi $((Wkk_1 - Wkk_2)/(t_2 - t_1))$ (burada; Wkv : kuru vücut ağırlığı (mg), Wkk : kuru kese ağırlığı (mg), $t_2 - t_1$: örnekleme süresi (gün)) ve besin kesesi değerlendirme randımanı (YCE) her periyot için ayrı ayrı hesaplanmış ve Tablo 23'de verilmiştir. Yumurtadan çıkış ile serbest yüzme süresi arasında larvanın büyüme oranı 0.235 mg/gün, kese tüketimi 0.477 mg/gün ve besin kesesi değerlendirme oranı ise 0.50 olarak tahmin edilmiştir.

Tablo 23. Larval büyüme (mg/gün), besin kesesi tüketimi (mg/gün) ve besin kesesi değerlendirme randımanı (YCE)

	Periyot									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Büyüme	0.14	0.19	0.12	0.24	0.15	0.22	0.30	0.22	0.60	
Kese tüketimi	0.54	0.35	0.38	0.47	0.26	1.02	0.35	0.47	0.98	
YCE	0.26	0.61	0.31	0.54	0.58	0.22	0.86	0.47	0.64	

İki örnekleme arası bir periyot kabul edilmiş ve bu periyotlardaki su sıcaklıkları (\pm sd) ve YCE değerleri Şekil 20'de verilmiştir. YCE değerleri ile su sıcaklığı arasında ise bir ilişki belirlenmemiştir.



Şekil 20. Larval (keseli) evre boyunca su sıcaklıkları (\pm sd) ve YCE (▲) değerleri

Larval gelişimin belirlenmesi amacıyla örneklenen tüm bireylere ait veriler Ek Tablo 5'de verilmiştir.

3.3. Su Sıcaklığının Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

3.3.1. Çevresel Faktörler

Haftalık olarak ünite içerisinde ölçülen suyun oksijen içeriği ve pH değerleri; değişken ($9-21^{\circ}\text{C}$), 16°C ve 20°C grubunda sırasıyla, 10.10 ± 1.02 mg/l, 8.08 ± 0.137 ; 9.45 ± 0.227 mg/l, 7.93 ± 0.255 ve 8.70 ± 0.185 mg/l, 8.06 ± 0.232 olarak belirlenmiştir (Ek Tablo 6 ve 7). Çalışma boyunca günlük olarak ölçülen değişken su sıcaklığı grubuna ait su

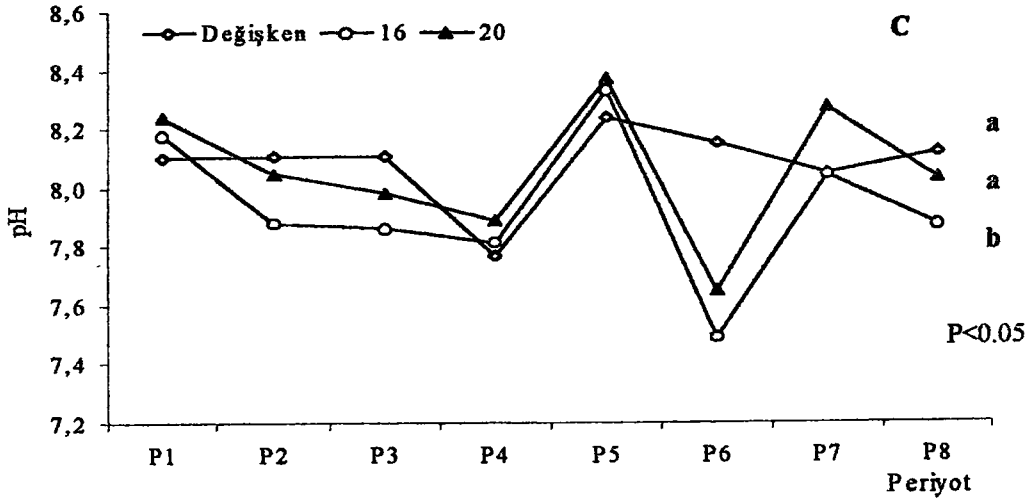
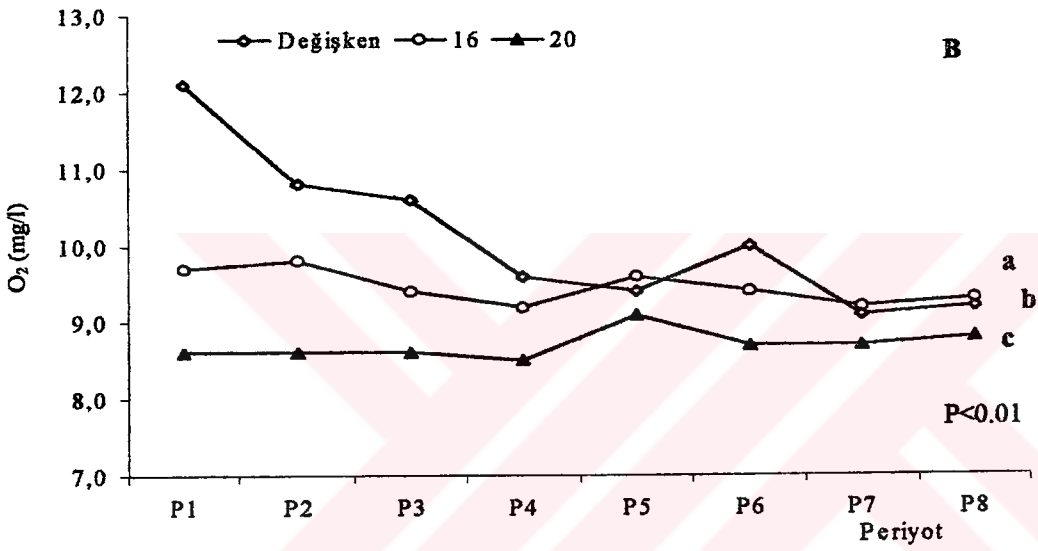
sıcaklığı Şekil 21A'da, tüm gruplara ait suyun çözünmüş oksijen içeriği Şekil 21B'de ve pH değerleri Şekil 21C'de verilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucundaki farklılıklar şekil üzerinde harflendirilmiştir.

3.3.2. Büyüme

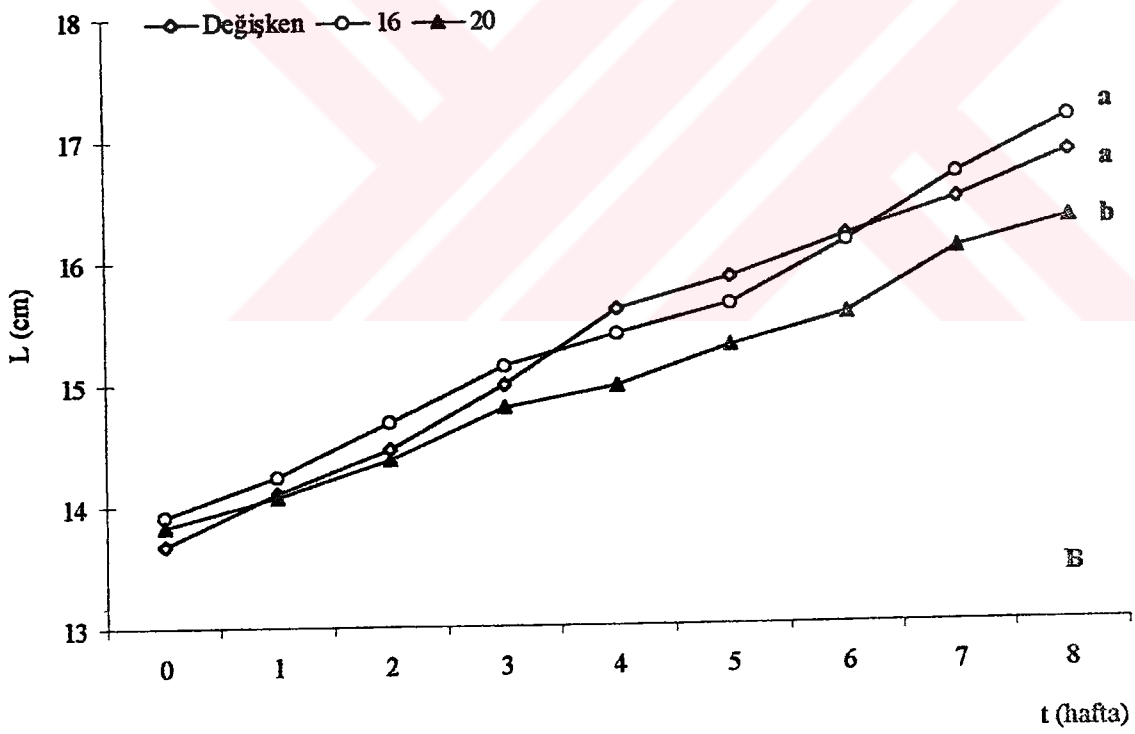
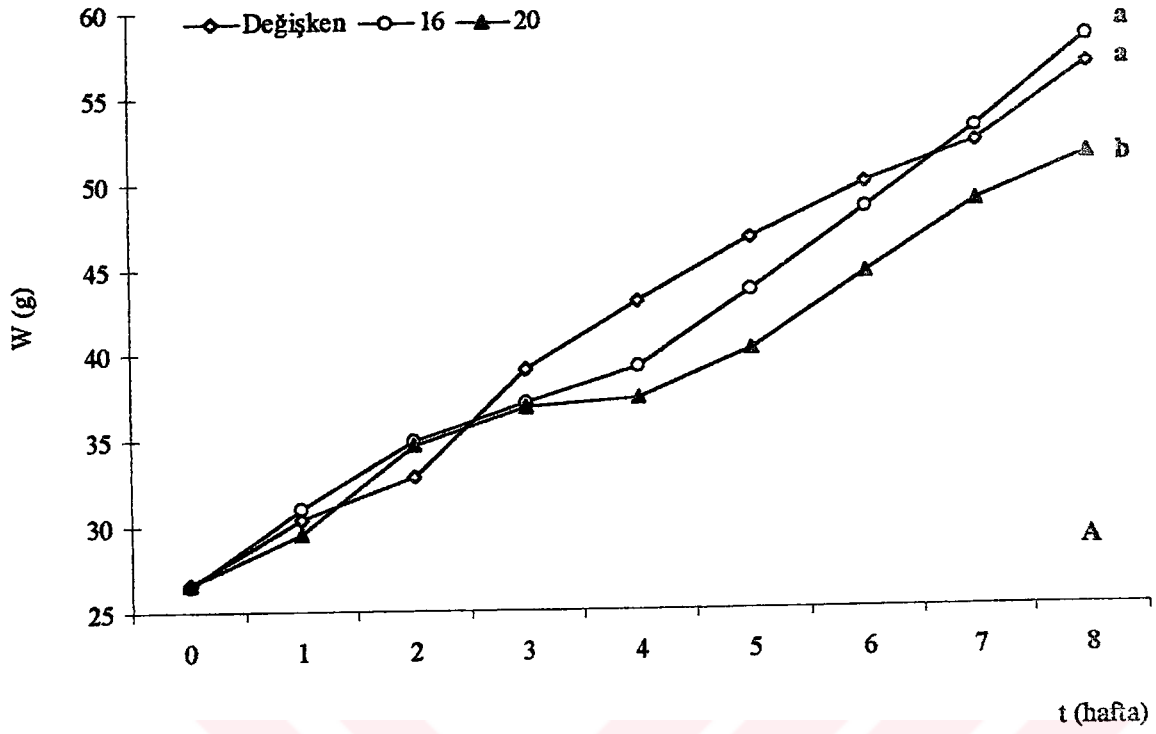
Çalışmanın sonunda balıkların ortalama ağırlık ve boy değerleri sırasıyla, değişken su sıcaklığı grubunda 56.66 ± 15.38 g ve 16.84 ± 1.351 cm; 16°C 'de 58.32 ± 13.44 g ve 17.14 ± 1.103 cm ve 20°C 'de ise 51.41 ± 13.576 g ve 16.31 ± 1.238 cm olarak hesaplanmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda 20°C grubunun önemli derecede yavaş büyüdüğü ($P < 0.05$) ve diğer iki grup arasındaki farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir (Şekil 22 A ve B; Tablo 24; Tablo 25 A ve B). Spesifik büyüme oranı, değişken sıcaklık grubunda 1.35 ± 0.09 ; 16°C grubunda 1.41 ± 0.01 ve 20°C grubunda ise 1.18 ± 0.05 olarak gerçekleşmiş ve 20°C grubuna ait değer diğer değerlerden önemli derecede düşük bulunmuştur ($P < 0.05$) (Tablo 25 C). Tekerrürlere ait ortalama değerler Ek Tablo 8'de verilmiştir.

3.3.3. Kondisyon Faktörü

Çalışmanın başlangıç ve sonundaki kondisyon faktörleri sırasıyla, değişken sıcaklık grubunda 1.03 ± 0.07 (0.93-1.16) ve 1.16 ± 0.08 (1.02-1.37); 16°C grubunda 0.98 ± 0.08 (0.79-1.09) ve 1.14 ± 0.08 (0.93-1.30) ve 20°C grubunda 1.00 ± 0.08 (0.81-1.22) ve 1.16 ± 0.07 (0.99-1.28) olarak hesaplanmış ve farklılık önemsiz bulunmuştur.



Şekil 21. Değişken su sıcaklığı grubunda günlük su sıcaklıkları (A), tüm gruplarda haftalık O₂ (B) ve pH (C) değerleri



Şekil 22. Kaynak alabalığının farklı su sıcaklıklarındaki ağırlık (A) ve boy (B) artışı

Tablo 24. Farklı su sıcaklıklarında büyütülen kaynak alabalıklarında ağırlık ve boy artışı (harfler gruplar arası farklılığı göstermektedir (P<0.05))

Değişken				16 °C		20 °C	
AĞIRLIK (g)							
t	T (°C)	x±sd	(min-maks)	x±sd	(min-maks)	x±sd	(min-maks)
0		26.63 ± 6.02	(17.2 - 38.0)	26.47 ± 3.90	(19.7 - 33.6)	26.59 ± 4.28	(17.9 - 34.3)
1	10.9±1.48	30.36 ± 7.87	(18.7 - 49.3)	31.00 ± 6.27	(20.5 - 42.7)	29.52 ± 6.28	(18.7 - 42.6)
2	11.8±1.80	32.80 ± 8.64	(19.5 - 54.2)	34.94 ± 8.29	(20.6 - 54.4)	34.69 ± 7.67	(22.3 - 51.5)
3	12.9±1.57	39.06 ± 10.64	(23.0 - 66.5)	37.08 ± 8.23	(25.1 - 53.6)	36.82 ± 8.28	(22.4 - 54.9)
4	17.7±1.60	42.99 ± 11.36	(24.7 - 71.0)	39.17 ± 8.54	(24.6 - 57.6)	37.30 ± 8.88	(23.9 - 58.4)
5	16.9±2.98	46.63 ± 12.90	(26.1 - 79.5)	43.55 ± 10.31	(26.1 - 63.7)	40.23 ± 10.57	(28.8 - 68.5)
6	18.1±1.17	49.90 ± 14.21	(27.4 - 85.2)	48.42 ± 11.91	(32.0 - 71.9)	44.52 ± 11.92	(29.0 - 78.2)
7	18.5±0.58	52.17 ± 14.46	(28.0 - 84.3)	52.99 ± 12.29	(35.1 - 80.9)	48.71 ± 12.43	(33.1 - 84.0)
8	18.6±0.80	56.66 ± 15.38 ^a	(30.8 - 90.0)	58.32 ± 13.44 ^a	(39.9 - 92.9)	51.43 ± 13.58 ^b	(35.9 - 90.3)
BOY (cm)							
0		13.67 ± 1.021	(12.1 - 15.7)	13.92 ± 0.675	(12.6 - 14.9)	13.83 ± 0.698	(12.5 - 15.0)
1	10.9±1.48	14.10 ± 1.159	(12.3 - 16.3)	14.24 ± 0.786	(12.9 - 16.0)	14.06 ± 0.829	(12.5 - 15.7)
2	11.8±1.80	14.45 ± 1.122	(12.8 - 16.9)	14.68 ± 1.013	(13.1 - 16.7)	14.37 ± 0.980	(12.6 - 16.0)
3	12.9±1.57	14.98 ± 1.198	(13.1 - 17.6)	15.13 ± 1.004	(13.5 - 17.4)	14.79 ± 0.997	(13.0 - 16.7)
4	17.7±1.60	15.59 ± 1.269	(13.4 - 18.3)	15.39 ± 1.043	(13.7 - 17.7)	14.96 ± 0.994	(13.2 - 17.0)
5	16.9±2.98	15.84 ± 1.266	(13.5 - 18.8)	15.63 ± 1.105	(13.7 - 17.9)	15.29 ± 1.106	(13.3 - 17.8)
6	18.1±1.17	16.19 ± 1.332	(13.8 - 19.4)	16.14 ± 1.237	(14.3 - 19.2)	15.55 ± 1.134	(13.9 - 18.4)
7	18.5±0.58	16.47 ± 1.350	(13.9 - 19.4)	16.68 ± 1.167	(14.8 - 19.2)	16.07 ± 1.199	(14.3 - 19.1)
8	18.6±0.80	16.84 ± 1.351 ^a	(14.3 - 19.8)	17.14 ± 1.103 ^a	(15.3 - 20.1)	16.31 ± 1.238 ^b	(14.6 - 19.5)

Tablo 25. Su sıcaklığının etkileri çalışmasında yapılan istatistiksel analiz sonuçları A) Ağırlık (g), B) Boy (cm), C) Ağırlıkça SBO

A				Anova: Tek Etken		
Gruplar	Say	Ortalama	St Sapma			
Değişken	2	56.660	1.018			
16 °C	2	58.325	0.233			
20 °C	2	51.410	1.428			
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	52.10	2	26.05	24.96	0.013	5.91
Gruplar İçinde	3.13	3	1.04			
Toplam	55.23	5				

Tablo 25'in devamı.

Tukey Testi

	Değişken	20 °C
16 °C	-5.935	
	2.605	
20 °C	0.980	2.645
	9.520	11.185

B Anova: Tek Etken

Gruplar	Say	Ortalama	St Sapma
Değişken	2	16.835	0.106
16 °C	2	17.140	0.141
20 °C	2	16.310	0.099

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	0.7050	2	0.3525	25.76	0.013	5.91
Gruplar İçinde	0.0410	3	0.0137			
Toplam	0.7461	5				

Tukey Testi

	Değişken	20 °C
16 °C	-0.7938	
	0.1838	
20 °C	0.0362	0.3412
	1.0138	1.3188

C Anova: Tek Etken

Gruplar	Say	Ortalama	St Sapma
Değişken	2	1.350	0.0424
16 °C	2	1.410	0.0141
20 °C	2	1.180	0.0283

Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	0.056933	2	0.028467	30.50	0.010	5.91
Gruplar İçinde	0.002800	3	0.000933			
Toplam	0.059733	5				

Tukey Testi

	Değişken	20 °C
16 °C	-0.18767	
	0.06767	
20 °C	0.04233	0.10233
	0.29767	0.35767

3.3.4. Yem Tüketim Oranı

Günlük yem tüketimi oranları çalışmada farklı dönemlerde dört kez yapılmış ve ortalama olarak değişken su sıcaklığı grubunda 1.99 ± 0.57 (1.51-2.64); 16°C grubunda 2.92 ± 0.30 (2.48-3.13) ve 20°C grubunda 1.84 ± 0.39 (1.41-2.36) olarak belirlenmiş ve

16°C'de tutulan balıkların tüketimlerinin diğer gruplardakinden önemli oranda yüksek olduğu bulunmuştur ($P<0.05$) (Tablo 26 ve Ek Tablo 9).

Tablo 26. Su sıcaklığının etkileri çalışmasında yem tüketimi için yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Anova: Tek Etken						
Gruplar	Say	Ortalama	St Sapma			
Değişken	4	1.9900	0.5668			
16 °C	4	2.9200	0.3030			
20 °C	4	1.8425	0.3913			
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	2.730	2	1.365	7.23	0.013	3.95
Gruplar İçinde	1.698	9	0.189			
Toplam	4.429	11				

Tukey Testi

	Değişken	20 °C
16 °C	-1.7880	
	-0.0720	
20 °C	-0.7105	0.2195
	1.0055	1.9355

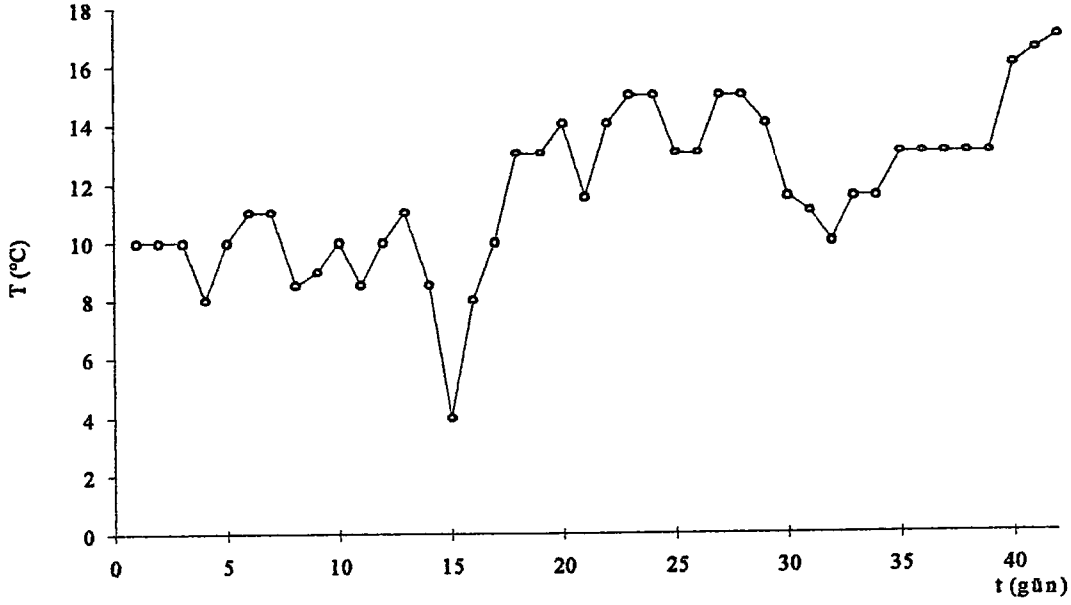
3.3.5. Yem Değerlendirme Oranı

Genel yem değerlendirme oranları ortalama olarak değişken su sıcaklığı grubunda 1.22 ± 0.083 ; 16 °C grubunda 1.12 ± 0.022 ve 20 °C grubunda ise 1.22 ± 0.025 olarak belirlenmiş ve farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur.

3.4. Tuzluluğun Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

3.4.1. Çevresel Faktörler

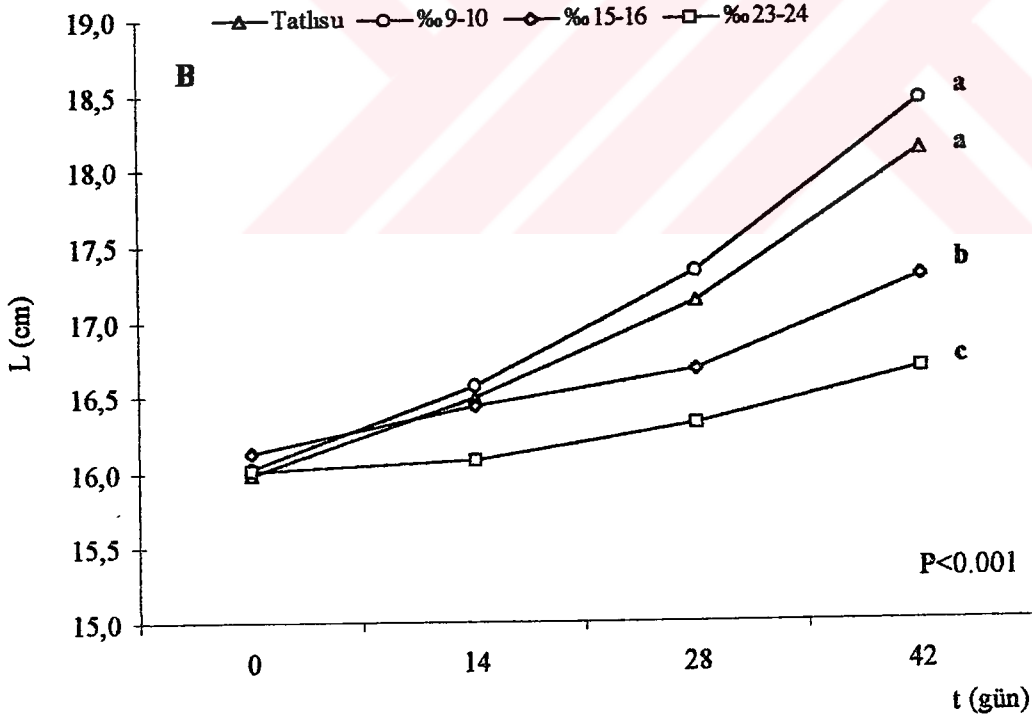
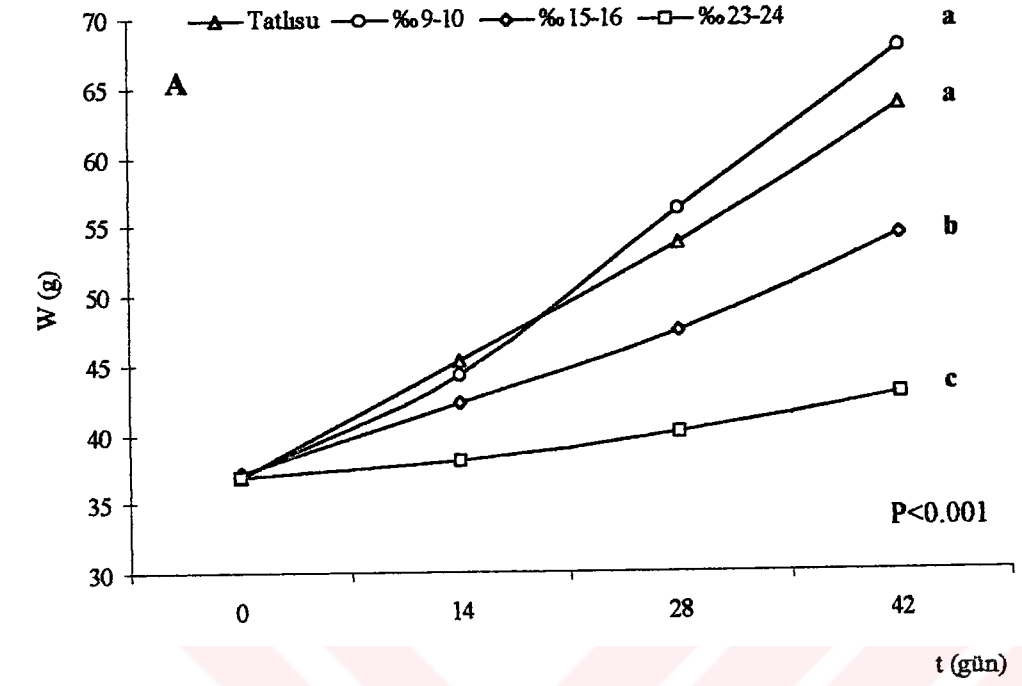
Çalışma ortamında ölçülen suyun ortalama sıcaklığı 11.7 ± 2.68 °C (4.0 - 17.0) olarak ölçülmüştür (Şekil 23) (Ek Tablo 10). Suyun çözülmüş oksijen içeriği ve pH değerleri ise sırasıyla, %23-24 grubunda 8.7-9.0 mg/l ve 8.08-8.23; %15-16 grubunda 8.9-9.1 mg/l ve 7.91-8.12; %9-10 grubunda 9.2-9.3 mg/l ve 7.80-8.13; tathisu grubunda ise 9.4-9.8 mg/l ve 8.11-8.23 arasında değişim göstermiştir.



Şekil 23. Farklı tuzluluklardaki büyütme denemesindeki su sıcaklığı varyasyonu (°C)

3.4.2. Büyüme

Çalışmanın sonunda balıkların ortalama ağırlık ve boy değerleri sırasıyla, tatlısu grubunda 18.12 ± 1.43 cm ve 63.60 ± 14.34 g; %9-10 grubunda 18.45 ± 1.30 cm ve 67.88 ± 13.89 g; %15-16 grubunda 17.28 ± 1.24 cm ve 54.35 ± 15.89 g; %23-24 grubunda ise 16.67 ± 1.67 cm ve 42.85 ± 17.16 g olarak gözlenmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda tatlısu grubu ile %9-10 grubu arasındaki boy ve ağırlık farklılıklarının önemsiz, diğer grupların ise birbirinden önemli derecede farklı olduğu bulunmuştur ($P < 0.001$) (Şekil 24 A ve B, Tablo 27 ve 28A ve B). Tekerrürlere ait değerler Ek Tablo 11'de verilmiştir.



Şekil 24. Farklı tuzluluklarda büyüme; ağırlık (A) ve boy (B)

Tablo 27. Farklı tuzluluklarda büyütülen kaynak alabalıklarında ağırlık ve boy artışı (harfler gruplar arası farklılığı göstermektedir)

Süre	Tatlısu		%o9-10		%o15-16		%o23-24		ANOVA
	x \pm sd	(min- maks)	x \pm sd	(min- maks)	x \pm sd	(min- maks)	x \pm sd	(min- maks)	
AĞIRLIK (g)									
0	36.85 \pm 6.74	(26.10 - 49.45)	36.99 \pm 5.91	(26.52 - 46.57)	37.20 \pm 6.70	(26.22 - 52.82)	36.93 \pm 8.67	(22.33 - 55.62)	P>0.05
14	45.31 \pm 7.68 ^a	(32.06 - 58.50)	44.24 \pm 9.42 ^a	(30.95 - 60.00)	42.21 \pm 9.53 ^{ab}	(28.17 - 67.16)	38.11 \pm 10.71 ^b	(22.31 - 63.33)	P<0.05
28	53.72 \pm 11.86 ^a	(34.86 - 70.82)	56.24 \pm 10.06 ^a	(30.97 - 76.84)	47.35 \pm 13.26 ^b	(28.61 - 79.79)	40.10 \pm 14.84 ^c	(21.51 - 78.92)	P<0.01
42	63.60 \pm 14.34 ^a	(40.85 - 83.14)	67.88 \pm 13.89 ^a	(31.24 - 92.84)	54.35 \pm 15.89 ^b	(32.90 - 90.06)	42.85 \pm 17.16 ^c	(24.44 - 91.95)	P<0.001
BOY (cm)									
0	15.98 \pm 1.18	(13.9 - 18.3)	16.02 \pm 1.05	(14.3 - 18.1)	16.13 \pm 1.06	(14.2 - 18.2)	16.01 \pm 1.19	(13.8 - 18.5)	P>0.05
14	16.49 \pm 1.14 ^a	(14.1 - 18.4)	16.57 \pm 1.10 ^a	(14.5 - 18.5)	16.43 \pm 0.91 ^{ab}	(14.2 - 18.3)	16.07 \pm 1.31 ^b	(13.8 - 18.5)	P<0.05
28	17.13 \pm 1.41 ^a	(14.1 - 19.5)	17.32 \pm 1.23 ^a	(14.8 - 19.8)	16.68 \pm 1.12 ^b	(14.2 - 18.9)	16.32 \pm 1.43 ^c	(13.8 - 19.2)	P<0.01
42	18.12 \pm 1.43 ^a	(15.0 - 20.2)	18.45 \pm 1.30 ^a	(15.0 - 21.0)	17.28 \pm 1.24 ^b	(14.9 - 19.8)	16.67 \pm 1.67 ^c	(14.2 - 20.3)	P<0.001

Tablo 28. Tuzluluğun etkileri çalışmasında yapılan istatistiksel analiz sonuçları A) Ağırlık (g), B) Boy (cm)

A		Anova: Tek Etken				
Gruplar	Say	Ortalama	St Sapma			
Tatlısu	2	63.600	1.810			
%o9-10	2	67.880	1.273			
%o15-16	2	54.350	1.386			
%o23-24	2	42.850	2.843			
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	738.13	3	246.04	66.06	0.001	5.76
Gruplar İçinde	14.90	4	3.72			
Toplam	753.03	7				
Tukey Testi						
	Tatlısu	%o9-10	%o15-16			
%o9-10	-12.140					
	3.580					
%o15-16	1.390	5.670				
	17.110	21.390				
%o23-24	12.890	17.170	3.640			
	28.610	32.890	19.360			

Tablo 28'in devamı.

B		Anova: Tek Etken				
Gruplar	Say	Ortalama	St Sapma			
Tatlısu	2	18.120	0.198			
%9-10	2	18.455	0.177			
%15-16	2	17.275	0.049			
%23-24	2	16.665	0.120			
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	3.9559	3	1.3186	60.38	0.001	5.76
Gruplar İçinde	0.0874	4	0.0218			
Toplam	4.0433	7				

Tukey Testi

	Tatlısu	%9-10	%15-16
%9-10	-0.9369 0.2669		
%15-16	0.2431 1.4469	0.5781 1.7819	
%23-24	0.8531 2.0569	1.1881 2.3919	0.0081 1.2119

3.4.3. Kondisyon Faktörü

Çalışmanın başlangıç ve sonundaki kondisyon faktörleri sırasıyla, tatlısu grubunda 0.90 ± 0.10 ve 1.06 ± 0.09 ; %9-10 grubunda 0.90 ± 0.07 ve 1.06 ± 0.09 ; %15-16 grubunda 0.88 ± 0.09 ve 1.03 ± 0.16 ve %23-24 grubunda ise 0.88 ± 0.06 ve 0.89 ± 0.13 olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın sonunda %23-24 grubu diğer gruplardan farklı bulunmuştur ($P < 0.001$) (Tablo 29 ve 30).

Tablo 29. Farklı tuzlulukta büyütülen kaynak alabalıklarının kondisyon faktörleri

t	Tatlısu	% 9-10	% 15-16	% 23-24	ANOVA
Başlangıç	0.90 ± 0.10 (0.71-1.06)	0.90 ± 0.07 (0.75-1.06)	0.88 ± 0.09 (0.73-1.03)	0.88 ± 0.06 (0.76-1.01)	$P > 0.05$
Bitiş	1.06 ± 0.10^a (0.87-1.26)	1.07 ± 0.09^a (0.92-1.26)	1.03 ± 0.15^a (0.72-1.49)	0.89 ± 0.13^b (0.64-1.13)	$P < 0.001$

Tablo 30. Tuzluluğun etkileri çalışmasında kondisyon faktörleri için yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Anova: Tek Etken						
Gruplar	Say	Ortalama	St Sapma			
Tatlısu	20	1.0558	0.0974			
%9-10	20	1.0652	0.0868			
%15-16	20	1.0433	0.1501			
%23-24	20	0.8881	0.1308			
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	0.4213	3	0.1404	9.92	0.000	3.72
Gruplar İçinde	1.0759	76	0.0142			
Toplam	1.4972	79				
Tukey Testi						
	Tatlısu	%9-10	%15-16			
%9-10	-0.1084 0.0895					
%15-16	-0.865 0.1114	-0.0771 0.1209				
%23-24	0.0686 0.2666	0.0781 0.2761	0.0562 0.2541			

3.4.4. Yem Tüketimi

Günlük yem tüketimi oranları çalışmada farklı dönemlerde üç kez yapılmış ve bu dönemlerde su sıcaklıkları 7, 13 ve 17°C olarak ölçülmüştür. Gruplara ait ortalama değerler ve istatistiksel analiz sonuçları Tablo 31'de verilmiştir. Su sıcaklığının 7°C ve 13°C olduğu dönemlerde tüm grupların yem tüketim oranları birbirinden farklılık göstermiştir ($P < 0.01$). Su sıcaklığının 17°C olduğu dönemde ise %23-24 grubu diğer gruplardan farklı ($P < 0.05$), diğer üç grup ise benzer bulunmuştur. Ortalama yem tüketiminin ise tatlısu ile %15-16 gruplarında benzer, diğer gruplarda ise farklı olduğu belirlenmiştir ($P < 0.001$) (Tablo 32 A, B ve C) . Tekerrürlere ait değerler Ek Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 31. Farklı tuzlulukta büyütülen kaynak alabalıklarının yem tüketim oranları

T (°C)	Tatlısu	% 9-10	% 15-16	% 23-24	ANOVA
7	1.38 ± 0.05 ^a	2.21 ± 0.15 ^b	0.90 ± 0.08 ^c	0.47 ± 0.03 ^d	$P < 0.001$
13	1.40 ± 0.08 ^a	1.91 ± 0.08 ^b	0.83 ± 0.06 ^c	0.44 ± 0.10 ^d	$P < 0.001$
17	2.25 ± 0.23 ^a	2.24 ± 0.13 ^a	2.05 ± 0.20 ^a	0.99 ± 0.11 ^b	$P < 0.01$

Tablo 32. Tuzluluğun etkileri çalışmasında yem tüketimi için yapılan istatistiksel analiz sonuçları A) 7°C, B) 13°C ve C) 17°C

A				Anova: Tek Etken		
Gruplar	Say	Ortalama	St Sapma			
Tatlısu	2	1.375	0.0495			
%9-10	2	2.215	0.1485			
%15-16	2	0.905	0.0778			
%23-24	2	0.470	0.0283			
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	3.34794	3	1.11598	142.39	0.000	5.76
Gruplar İçinde	0.03135	4	0.00784			
Toplam	3.37929	7				

Tukey Testi			
	Tatlısu	%9-10	%15-16
%9-10	-1.2006 -0.4794		
%15-16	0.1094 0.8306	0.9494 1.6706	
%23-24	0.5444 1.2656	1.3844 2.1056	0.0744 0.7956

B				Anova: Tek Etken		
Gruplar	Say	Ortalama	St Sapma			
Tatlısu	2	1.400	0.0849			
%9-10	2	1.905	0.0778			
%15-16	2	0.830	0.0566			
%23-24	2	0.440	0.0990			
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	2.47774	3	0.82591	125.85	0.000	5.76
Gruplar İçinde	0.02625	4	0.00656			
Toplam	2.50399	7				

Tukey Testi			
	Tatlısu	%9-10	%15-16
%9-10	-0.8349 -0.1751		
%15-16	0.2401 0.8999	0.7451 1.4049	
%23-24	0.6301 1.2899	1.1351 1.7949	0.0601 0.7199

C				Anova: Tek Etken		
Gruplar	Say	Ortalama	St Sapma			
Tatlısu	2	2.245	0.2333			
%9-10	2	2.240	0.1273			
%15-16	2	2.050	0.1980			
%23-24	2	0.990	0.1131			
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	2.1676	3	0.7225	23.56	0.005	5.76
Gruplar İçinde	0.1227	4	0.0307			
Toplam	2.2903	7				

Tablo 32'nin devamı.

Tukey Testi			
	Tatlısu	%9-10	%15-16
%9-10	-0.7082 0.7182		
%15-16	-0.5182 0.9082	-0.5232 0.9032	
%23-24	0.5418 1.9682	0.5368 1.9632	0.3468 1.7732

3.4.5. Yem Değerlendirme Oranı

Yem değerlendirme oranları %23-24 grubunda 3.45 ± 0.50 ; %15-16 grubunda 1.82 ± 0.42 ; %9-10 grubunda 1.15 ± 0.14 ve tatlısu grubunda ise 1.31 ± 0.17 olarak tahmin edilmiştir. %23-24 grubu tüm gruplardan, %9-10 ve %15-16 grupları birbirinden farklı ($P < 0.01$); tatlısu grubunun ise %15-16 ve %9-10 grupları ile benzer olduğu gözükmemektedir (Tablo 33 ve Ek Tablo 13).

Tablo 33. Tuzluluğun etkileri çalışmasında yem değerlendirme oranları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Anova: Tek Etken						
Gruplar	Sayı	Ortalama	St Sapma			
%23-24	2	3.45	0.4950			
%15-16	2	1.82	0.4243			
%9-10	2	1.15	0.1414			
Tatlısu	2	1.31	0.1697			
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	6.631	3	2.210	18.66	0.008	2.16
Gruplar İçinde	0.474	4	0.118			
Toplam	7.105	7				
Tukey Testi						
	%23-24	%15-16	%9-10			
%15-16	1.1043 2.1557					
%9-10	1.7743 2.8257	0.1443 1.1957				
Tatlısu	1.6143 2.6657	-0.0157 1.0357	-0.6857 0.3657			

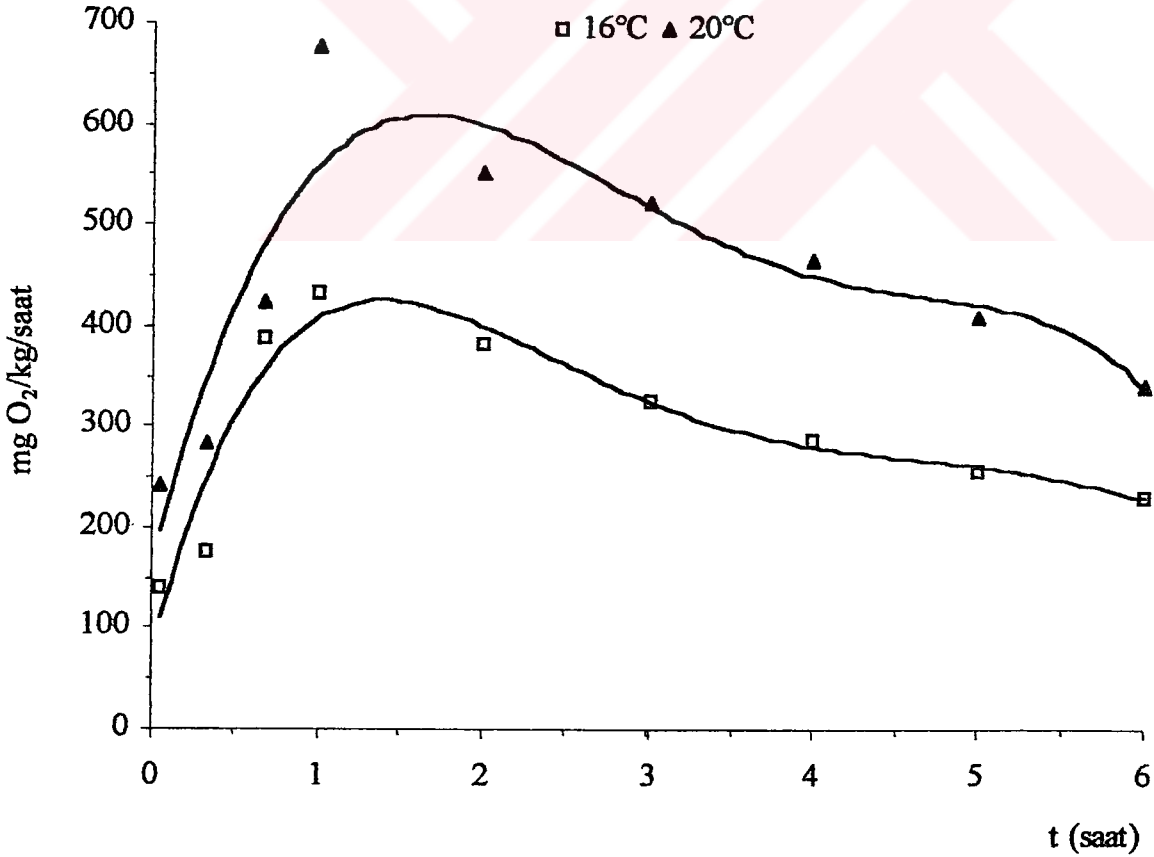
3.4.6. Ölüm Oranı

Çalışma boyunca ölüm oranı %23-24 grubunda %45 (9 adet); %15-16 grubunda %15 (3 adet) olarak belirlenmiştir. %9-10 ve tatlısu gruplarında ise ölüm gözlenmemiştir.

3.5. Oksijen Tüketimi

3.5.1. Sıcaklığın Oksijen Tüketimine Etkisi

Kaynak alabalığının oksijen tüketimi, balıkların aç bırakıldığı üçüncü günün sonunda 16°C'de 141 mgO₂/kg/saat iken, bu değer 20°C'de 221 mgO₂/kg/saat'e yükselmiştir. Yemlemenin yapıldığı andan (t=0) itibaren oksijen tüketimi hızlı bir artış göstererek 40-60 dakikalara arasında maksimum (16°C için 432 mgO₂/kg/saat, 20°C için 628 mgO₂/kg/saat) düzeye ulaşmış ve 6 saatlik periyodun sonunda oksijen tüketimi 16 °C'de 229 kgO₂/kg/saat, 20 °C'de ise 312 mgO₂/kg/saat olarak ölçülmüştür (Şekil 25). Yapılan istatistiksel analiz sonuçları Tablo 34, tekerrürlere ait değerler ise Ek Tablo 14'de verilmiştir.



Şekil 25. 16°C ve 20°C'deki oksijen tüketimi (mgO₂/kg/saat)

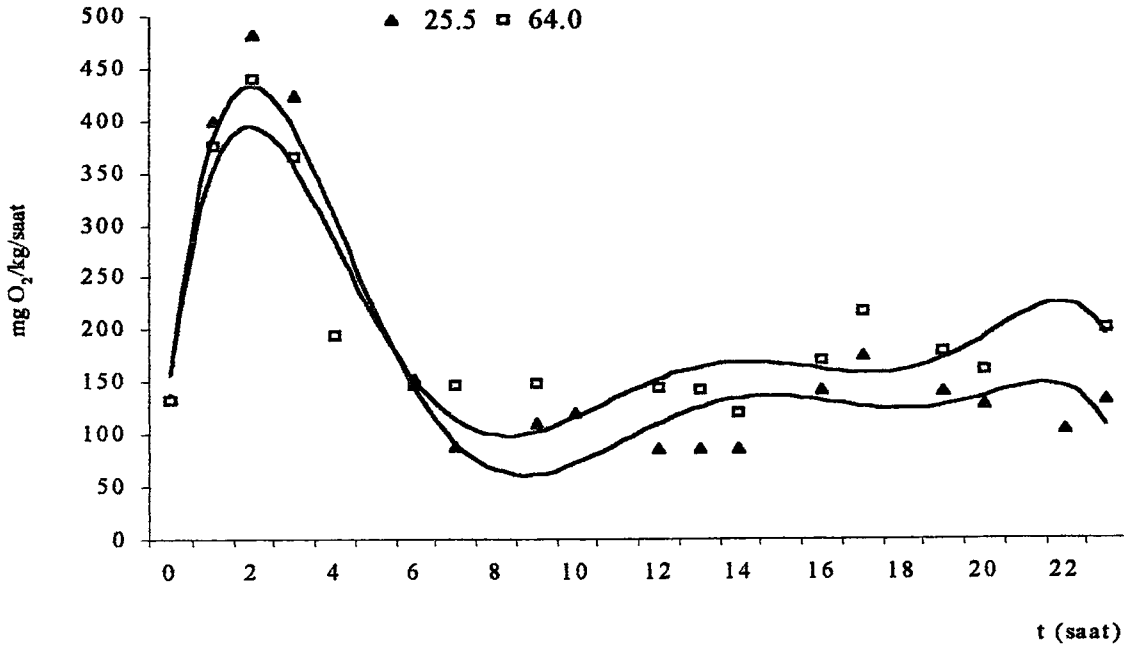
Tablo 34. Kaynak alabalığının 16°C ve 20°C'deki oksijen tüketimi

t (saat)	16 °C		20 °C		ANOVA
	mgO ₂ /kg/saat ± sd	mgO ₂ /kg/saat ± sd	mgO ₂ /kg/saat ± sd	mgO ₂ /kg/saat ± sd	
0.00	141 ± 1	221 ± 17			*
0.00-0.33	176 ± 16	261 ± 31			*
0.33-0.66	387 ± 2	392 ± 8			NS
0.60-1.00	432 ± 9	628 ± 14			**
1.00-2.00	380 ± 5	508 ± 28			*
2.00-3.00	326 ± 7	482 ± 29			**
3.00-4.00	287 ± 21	430 ± 30			*
4.00-5.00	255 ± 14	377 ± 33			**
5.00-6.00	229 ± 2	312 ± 20			*

NS: Önemsiz, *: P<0.05, **: P<0.01

3.5.2. Bireysel Büyüklüğün Oksijen Tüketimine Etkisi

Kaynak alabalığının oksijen tüketimi, balıkların aç bırakıldığı üçüncü günün sonunda 25.5 g grubunda 134 mgO₂/kg/saat ve 64.0 g grubunda 133 mgO₂/kg/saat olarak belirlenmiştir. Oksijen tüketimi yemlemenin yapıldığı andan (t=0) itibaren hızlı bir artış göstererek 1-2 saatler arasında maksimum düzeye ulaşmış ve 6. saatin sonunda oksijen tüketimi yemlemenin olmadığı dönem ile benzerlik göstermiştir (Şekil 26). Yapılan istatistiksel analiz sonuçları Tablo 35, tekerrürlere ait değerler ise Ek Tablo 15'de verilmiştir. Yaklaşık olarak 6. saatin sonunda ışıklar kapatılmış ve balıklar karanlıkta bırakılmıştır. Bu saatten sonra 25.5 g grubunda oksijen tüketimi 88±2.8 mgO₂/kg/saat seviyesine düşmüş ve t=0 anı ile istatistiksel olarak farklılık göstermiştir (P<0.01). Benzer durum 64.0 g grubunda gözlenmemiştir.



Şekil 26. Oksijen tüketimi ($\text{mgO}_2/\text{kg/saat}$) üzerine bireysel büyüklüğün etkisi

Tablo 35. Farklı büyüklükteki kaynak alabalıklarının 17°C 'deki oksijen tüketimi

W (g)	25.5 \pm 4.9	64.0 \pm 7.7	
t (saat)	$\text{MgO}_2/\text{kg/saat} \pm \text{sd}$	$\text{mgO}_2/\text{kg/saat} \pm \text{sd}$	ANOVA
0	134 \pm 4	133 \pm 4	NS
1	399 \pm 11	377 \pm 33	NS
2	482 \pm 13	439 \pm 13	*
3	424 \pm 11	353 \pm 40	*
4	193 \pm 5	194 \pm 7	NS
6	152 \pm 29	146 \pm 5	NS
7	88 \pm 3	146 \pm 6	**
9	109 \pm 28	146 \pm 5	*
10 ¹	121 \pm 13	-	-
12	88 \pm 3	144 \pm 9	**
13	88 \pm 3	145 \pm 6	**
14	88 \pm 3	121 \pm 4	**
16	143 \pm 11	171 \pm 48	NS
17	175 \pm 5	217 \pm 28	*
19	139 \pm 46	177 \pm 39	*
20	129 \pm 31	159 \pm 13	*
22	109 \pm 28	259 \pm 16	**
23	132 \pm 4	201 \pm 6	**

NS: Farklılık önemsiz, *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$ ¹: 64.0 \pm 7.7 g grubu belirlenememiştir.

4. TARTIŞMA

4.1. Yumurta Verimi, Kuluçka Randımanı ve Larva - Yavru Büyütme

Yumurta verimini etkileyen faktörler, balığın türü, genotipik yapısı, büyüklüğü ve çevresel şartlar olarak bildirilmektedir (Bkz. Bölüm 1.3).

Bu çalışmada kullanılan 3 yaşındaki anaçların mutlak yumurta verimi 919 ± 324 adet, nispi yumurta verimi ise 2843 ± 497 adet/kg olarak belirlenmiştir. Diğer salmonidlerle karşılaştırıldığında nispi yumurta verimi oldukça yüksektir (Tablo 36). Bunun esas nedeni bu çalışmada sağılan anaçların son derece küçük olmasıdır. Çünkü anaç ağırlığının düşmesi ile nisbi yumurta verimi artar. Ayrıca, yumurta büyüklüğü ile yumurta verimi arasındaki ters ilişki söz konusudur ve bu da yumurtaları nisbeten küçük olan kaynak alabalığının yumurta veriminin yüksek olmasına neden olur. Doğu Karadeniz’de Akbulut vd. (1998) tarafından bulunan değer bu çalışmada bulunan değerden nisbeten yüksek olduğu görülmektedir. Bu farklılık, ağırlık farklılığı (bu çalışmada 195-485 g; Akbulut vd. (1998)’nin çalışmasında 498-1679 g) ya da daha büyük olasılıkla Akbulut vd. (1998)’un kullandığı anaçların deniz kafeslerinde bulunmasından ileri gelebilir. Okumuş vd. (1997), iki aya yakın bir süre deniz kafeslerinde stokladıkları gökkuşuğu alabalığı anaçlarının tathisu havuzlarında muhafaza edilen hemcinslerinden daha fazla yumurta verdiklerini belirlemişlerdir. Cavalli vd. (1997), Fransa Alpleri’nde Plan Vianney Gölü’nde yakaladıkları bir bireyde yumurta verimini 3300 adet/kg olarak bildirmiştir. Bu değer bu çalışmada bulunan değerlerle (2006-3572 adet/kg) uyum göstermektedir.

Yumurta ve larva kalitesinin önemli belirteçlerinden birisi yumurta büyüklüğüdür. Gall (1975), hem yumurta ve yavruların yaşama oranı hem de büyüme oranı ile yumurta büyüklüğü arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Ancak, yumurta büyüklüğünün daha sonraki evrelerdeki etkileri tam olarak bilinmemektedir.

Bu araştırmada kaynak alabalığı için belirlenen yumurta büyüklüğü, Akbulut vd. (1998) tarafından bulunan değerden küçük, diğer araştırmacıların bildirdikleri değerlerden yüksektir (Tablo 37). Bu farklılık anaç büyüklüğü farklılıklarından [(Akbulut vd. (1998)’nin çalışmasında ortalama ağırlık 888.8 g; boylar, Cavalli vd. (1997)’nin çalışmasında 13-28 cm, Hutchings’in (1996) çalışmasında 7.5-17.5 cm, bu araştırmada 21.5-30.5 cm, 195-485 g)] kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, beslenme ve bakım koşulları da yumurta büyüklüğü üzerinde önemli etkiye sahiptir (Bromage vd., 1992).

Tablo 36. Bazı Salmonidlerin nispi yumurta verimi (F; ad/kg) (Shepherd ve Bromage, 1988).

Tür	F
Atlantik salmomu (<i>Salmo salar</i>)	1600
Kaynak alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>)	2600
Kahverengi alabalık (<i>Salmo trutta</i>)	1800
Kral salmomu (<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>)	770
Koho salmon (<i>Oncorhynchus kisutch</i>)	990
Kathroat alabalığı (<i>Oncorhynchus clarki</i>)	1600
Göl alabalığı (<i>Salvelinus namaycush</i>)	1750
Pembe salmon (<i>Oncorhynchus gorbusha</i>)	900
Gökkuşuğu alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	1800
Sokeye salmomu (<i>Oncorhynchus nerka</i>)	1100
Alp alası (<i>Salvelinus alpinus</i>) *	2400
Kaynak alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>) **	3124
Kaynak alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>) ***	2843

*: Cavalli ve Chappaz (1996) **: Akbulut vd. (1998) ***: Bu çalışma

Tablo 37. Bazı araştırmacıların kaynak alabalığı için bildirdiği yumurta büyüklükleri

Araştırmacılar	Yumurta büyüklüğü (mm)
Akbulut vd. (1998)	4.90
Cavalli vd. (1997)	4.20
Hutchings (1996) ¹	4.10 - 4.32
Hutchings (1996) ²	3.75 - 4.20
Hutchings (1996) ³	3.45 - 4.10
Bu araştırma	4.58

¹: Freshwater deresi ²: Cripple Cove deresi ³: Watern Cove deresi

Kaynak alabalığı yumurtalarının gözlenme, çıkışı ve larvaların ilk yüzmeye başlama gün-dereceleri diğer salmonidlerle farklılık göstermektedir (Tablo 38). Kaynak alabalığı için, Shepherd ve Bromage (1988) yumurtadan çıkış gün-derecesini 440, Dumas vd. (1995) 503.4 olarak bildirmişlerdir. Bu değerler bu çalışmada bulunan değerden (387-448) yüksektir. Ancak, bu larval gelişimin incelendiği çalışmada (Bkz. Bölüm 4.2) çıkış 491-549 GD'de gerçekleşmiştir. İki çalışma arasındaki en önemli farklılık ise ikinci çalışmada suyun havalandırılması ve su sıcaklığının büyük dalgalanma göstermiş olmasıdır (Bakınız Şekil 8A

ve 15). Gökkuşuğu alabalığı yumurtalar için ortalama inkübasyon süresi 310 gün - derece (Çelikkale 1994) olduğu halde 3.5°C'de 103 gün (361 gün-derece), 5°C'de 80 gün (400 gün-derece) ve 15°C'de 19 gün (285 gün-derece) olarak gerçekleştiği bildirilmektedir (Stickney, 1991). Genel olarak, kuluçka süresince ölçülen su sıcaklıklarının matematiksel toplamı (GD; gün-derece) birbirine yakın değerler göstermektedir. Gökkuşuğu alabalığında gözlenen bu durum diğer salmonidlerde de söz konusu olabilir.

Curry vd. (1995) doğal ortamda yaptıkları çalışmada döllenmeden serbest yüzmeye aşamasına kadar geçen süreyi 707.4 - 1110 GD olarak belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise süre 616-708 GD'dir. Curry vd. (1995) tarafından ölçülen sıcaklık 4.0-7.0 °C arasında değişirken, bu çalışmada 4.0-12.0 °C olarak belirlenmiştir. Bu, söz konusu farklılığın sıcaklıktan kaynaklanabileceğini göstermektedir.

Tablo 38. Bazı salmonidlerin, gözlenme, çıkış ve ilk beslenme süreleri (gün-derece)

Tür	Gözlenme	Çıkış	İlk beslenme
Shepherd ve Bromage, (1988)			
Atlantik salmonu (<i>Salmo salar</i>)	250	430	800
Kaynak alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>)	-	440	-
Kahverengi alabalık (<i>Salmo trutta</i>)	-	410	-
Kral salmonu (<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>)	250	420	890
Chum salmonu (<i>Oncorhynchus keta</i>)	420	560	960
Koho salmon (<i>Oncorhynchus kisutch</i>)	250	420	970
Kathroat alabalığı (<i>Oncorhynchus clarki</i>)	150	300	-
Göl alabalığı (<i>Salvelinus namaycush</i>)	-	490	-
Pembe salmon (<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>)	420	500	805
Gökkuşuğu alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	160	310	500
Sokeye salmonu (<i>Oncorhynchus nerka</i>)	500	670	1000
Grande ve Andersen, (1990)			
Kaynak alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>) ^a	276	444	618
Kaynak alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>) ^b	260	320	416
Kaynak alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>) ^c	273	407	505
Kaynak alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>) ^d	195	235	387
Atlantik salmonu (<i>Salmo salar</i>) ^a	276	497	765
Atlantik salmonu (<i>Salmo salar</i>) ^b	274	350	585
Atlantik salmonu (<i>Salmo salar</i>) ^c	273	458	656
Atlantik salmonu (<i>Salmo salar</i>) ^d	195	270	387
Kahverengi alabalık (<i>Salmo trutta</i>) ^c	273	406	610
Kahverengi alabalık (<i>Salmo trutta</i>) ^d	195	250	387
Kaynak alabalığı (<i>Salvelinus fontinalis</i>) [*]	217-278	387-448	616-708

^a: 20 m'den çekilen su (2.4-8.2 °C) (deney 1), ^b: 1 m'den çekilen su (0.5-8.2 °C) (deney 1), ^c: 20 m'den çekilen su (2.4-6.2 °C) (deney 2), ^d: 1 m'den çekilen su (0.5-6.2 °C) (deney 2), *: Bu çalışma

Çalışmada yumurtaların sağımdan serbest yüzmeye kadar yaşama oranı %52.05 olarak belirlenmiştir. Dumas vd. (1992) ise yaşama oranını sağımdan çıkışı takiben 16. haftanın sonunda %58.6, serbest yüzmeden (6. hafta) 16. haftanın sonuna kadar %96.2 olarak

bildirmiştir. Dumas vd. (1992) tarafından bildirilen yaşama oranının bu çalışmadan biraz yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu farklılık, başta yumurta ve sperm kalitesi, sağım zamanı, su miktar ve kalitesi olmak üzere bir çok faktör (inkübasyon ünitesi, bakım ve besleme) tarafından belirlenmektedir.

Okumuş vd. (1997) Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bir gökkuşağı alabalığı kuluçkahanesinde sağımdan serbest yüzme evresine kadar yaşama oranını %66.3 - 73.2, Kurtoğlu vd. (1998) ise başka bir gökkuşağı alabalığı kuluçkahanesinde %62.8 olarak bildirmişlerdir. Bromage vd. (1992) ise bu değeri gökkuşağı alabalığı için ortalama %70 (%60-80 (şekil üzerinden tahmin edilmiştir)) olarak bildirmektedir. Bu değerler kaynak alabalığına nazaran yüksektir. Bu yüksek yaşama oranları gökkuşağı alabalığının kısa süren kuluçkalanma süresi, büyük yumurta çapı, genotipik yapısı ve çevresel şartlardan kaynaklanabilir.

Bazı salmonidlerin yumurtaların gelişim evrelerindeki yaşama oranları Tablo 39'da verilmiştir. Tablo incelendiğinde, çalışmada döllenme ve çıkış evresindeki kayıpların daha yüksek olduğu görülmektedir. İlk 36 saatlik dönemde kayıp oranının yüksekliği yumurta ve sperm kalitesi yanında yumurtaların Fındıklı (Rize)'dan fakülteye transferinden kaynaklanabilir. Çıkış oranındaki düşüklüğünde ise bu dönemdeki su sıcaklığının yüksek ve dalgalanma göstermesinin önemli payı söz konusu olabilir.

Tablo 39. Bazı salmonidlerin yumurtalarının gelişim evrelerindeki (1: döllenme-ilk 36 saat, 2: ilk 36 saat-gözlenme, 3: gözlenme-çıkış, 4: çıkış-serbest yüzme) yaşama oranları (%)

Araştırmacılar	Safhalar			
	1	2	3	4
Dumas vd. (1992) ¹	85.8	82.7	90.1	95.2
Kurtoğlu vd. (1998) ²	75.1	87.8	96.4	98.9
Okumuş vd. (1997) ^{2 a}	98.4	88.8	80.3	95.1
Okumuş vd. (1997) ^{2 b}	95.8	86.9	91.7	96.6
McKay vd. (1992b) ¹	-	72.2	97.3	93.1
McKay vd. (1992b) ³	-	97.1	90.5	94.1
McKay vd. (1992b) ⁴	-	59.2	34.9	49.1
McKay vd. (1992b) ⁵	-	92.6	87.2	41.6
Marten (1992) ¹	-	75.3-90.5	78.7-89.2	-
Bu çalışma ¹	82.5	85.8	85.7	90.3

¹: Kaynak; ²: Gökkuşağı; ³: Kahverengi; ⁴: Kaplan (Kaynak dişi X Kahverengi alabalık erkek);

⁵: Kaplan alabalığı (Kahverengi dişi X Kaynak alabalığı erkek), a: deniz kafeslerinde, b: tatlısu havuzlarında stoklanan gruplardır.

Springate ve Bromage'e (1985) göre, ilk beslenmeden dört hafta sonra yumurta büyüklüğü ile yavru büyüklüğü arasındaki ilişki kaybolmakta ve yumurta büyüklüğü ile yaşama oranı arasında kesin bir korelasyon bulunmamaktadır. Bu çalışmada yumurta çapı ile yavru ağırlığı arasında güçlü bir korelasyon belirlenmiştir ($P<0.01$). Ancak, yavruların elde olmayan nedenlerden dolayı karışması nedeniyle yumurta büyüklüğü ile yaşama oranı ve yavru ağırlığı arasındaki ilişkinin ne zamana kadar devam edeceği belirlenmemiştir.

Besin keselerini tüketerek serbest yüzmeye başlayan yavrular yemlenmeye başlamış ve büyüme her iki haftada bir izlenmiştir. Serbest yüzmenin başladığı andaki yavru ağırlığı Dumas vd. (1995) tarafından bildirilen ağırlık ile benzerlik göstermektedir (Tablo 40).

Tablo 40 . Kaynak alabalığı yavrularında ağırlıkça büyüme (g) ve spesifik büyüme oranları

Süre (hafta)		Dumas vd. (1995)	Bu çalışma
4	W	0.09	0.0930
	SBO	-	(4 - 6. hafta)
6	W	-	0.1698
	SBO	4.4 (4 - 8. hafta)	(6 - 8. hafta)
8	W	0.31	0.3379
	SBO	-	(8 - 10. hafta)
10	W	-	1.0290
	SBO	4.9 (8 - 12. hafta)	(10 - 12. hafta)
12	W	1.21	1.6900

4.2. Larval Gelişim (Besin Kesesi Absorpsiyonu)

Yumurtadan çıkış süresi bu çalışmada 491-549 GD sürmüş ve örnekleme %50 çıkışın gerçekleştiği 523 GD'de başlamıştır. Çalışmanın kuluçka randımanının incelendiği bölümünde kuluçka süresi 387-448 GD olarak belirlenmiştir. Bu iki çalışma arasındaki farklılıkların nedeni su sıcaklığındaki dalgalanma (Marten, 1992) ve inkübasyon sistemleri arasındaki farklılık (Hansen ve Møller, 1985) olabilir. Kuluçka süresinin 387-448 GD olarak belirlendiği birinci çalışmada yumurtalar sürekli su değişimi olan inkübatörde kuluçkalanmıştır. Bu çalışmada ise aynı kuluçka suyu havalandırma taşı ile oksijenlendirilmiş ve su akvaryum filtresi ile sirküle edilmiştir. Marten (1992), kaynak alabalığı yumurtalarının kuluçkalanma süresi üzerine su sıcaklığının etkilerini araştırdığı çalışmasında çıkış süresini 55-122 gün olarak (2 - 12 °C kombinasyonlarında 309 - 427 GD hesaplanmaktadır)

bildirmesine karşılık, Dumas vd. (1995) kaynak alabalığı, alp alası ve hibridlerinin besin kesesi absorpsiyonundaki değişimleri incelediği çalışmasında kaynak alabalığı için 503 günde (kuluçkalama, gözlenme aşamasına kadar özel bir kuluçkahanede sabit 8°C'de, gözlenmeden çıkışa kadar 8-13°C'de resirküle edilen su ortamında) olarak bildirmektedir. Dolayısıyla kuluçka süresi Dumas vd. (1995) tarafından bildirilen değer ile paralellik göstermektedir. Bu çalışmada kuluçka suyu sıcaklıkları sağımdan gözlenme aşamasına kadar 9.50 ± 1.78 °C (6.0 - 13.0), gözlenmeden çıkışa kadar ise 8.50 ± 1.62 °C (5.0 -12.5) olarak gerçekleşmiştir.

Başlangıçta 72.45 ± 5.28 mg olan toplam yaş ağırlık, serbest yüzme öncesi 98.85 ± 6.22 mg'a ulaşmıştır. Dumas vd. (1995) ise serbest yüzme öncesi ağırlığı 0.090 ± 0.002 g (90 ± 2.0 mg) olarak bildirmektedir. Farklılık büyük oranda yumurta büyüklüğünden (bu çalışmada 0.40 mm) kaynaklanabilir. Serbest yüzme öncesi besin kesesinin kuru ağırlığı 9.51 ± 1.429 mg olarak belirlenmiştir. Dumas vd. (1995) tarafından verilen grafikten yararlanılarak bu değer yumurtadan çıkıştan 40 GD sonra yaklaşık 9-11 mg, çıkış öncesi ise 3-4 mg olduğu görülmektedir. Yapılan gözlemler, serbest yüzmeye başlayan larvanın hala belirgin oranda bir kese taşıdığını göstermektedir. Çalışmada elde edilen veri ve gözlemler, besin kesesinin kuru ağırlığının yaklaşık %60'ı tüketildiğinde serbest yüzme başlamaktadır ve bu değer Dumas vd.'nin (1995) verileri ile de uyumaktadır. Hodson ve Blunt (1986), gökkuşağı alabalığının besin kesesi tüketimini incelediği çalışmasında benzer durum görülmüştür. Grafikten elde edilen verilere göre başlangıçta 32 mg olan kuru kese ağırlığı serbest yüzme öncesi 18 mg'a düşmüştür (Hodson ve Blunt, 1986). Hansen ve Møller (1985), Atlantik salmonunun besin kesesi tüketimi üzerine inkübasyon ünitesi farklılığının etkisini araştırdığı çalışmasında yavruların ilk dış beslemelerini 41. günde yapmıştır. Grafik göstergelerine göre yumurtadan çıkışta 30-31 mg olan kuru kese ağırlığı yemleme öncesinde 13-15 mg'a düşmüştür. Besin kesesinin 2-3 mg'a düşmesi ise yemlemeden sonra 27-35 gün sürmüştür. Hansen (1985), *Salmo trutta*'nın besin kesesi tüketimi, ölüm oranı ve ilk besleme boyunca büyüme üzerine yapay kuluçkalama substratının etkisini incelemiş ve kuru kese ağırlığını yumurtadan çıkışta 33 mg, serbest yüzme öncesi ise 15 mg olarak bildirmiştir.

Başlangıçta 26.03 ± 0.873 mg olan toplam (vücut + besin kesesi) kuru ağırlık, serbest yüzme öncesi 19.00 ± 1.415 mg'a düşmüştür. Diğer bir ifadeyle başlangıçta %36 olan toplam kuru ağırlık serbest yüzme öncesi %19'a düşmüştür. Kuru ağırlıktaki azalma diğer salmonidler üzerine yapılan çalışmalarda da bildirilmektedir (Hansen ve Møller, 1985; Hodson ve Blunt, 1986).

Besin kesesi değerlendirme randımanı (YCE) çıkıştan serbest yüzme öncesine kadar bu çalışmada 0.50 olarak hesaplanmıştır. Dumas vd. (1995) kaynak alabalığı için 8-13°C'de YCE değerini 0.65 olarak bildirmektedir. Hansen (1985), *Salmo trutta* için besin kesesi değerlendirme randımanını 7-8.5 °C'de 0.46 - 0.68 olarak hesaplamıştır. Bu çalışma, serbest yüzme öncesi tamamlandığından kaynak alabalığında besin kesesinin ne zaman tam olarak tüketildiği kesin bir değer olarak belirlenememiştir.

Kullanılan metotlarda bir farklılık olmaması, değerler arasındaki farklılığın muhtemelen kullanılan yumurta büyüklüğünden ve örneklemeden kaynaklandığını göstermektedir. Dumas vd. (1995) çalışmasında yumurta büyüklüğü konusunda bilgi vermemiştir.

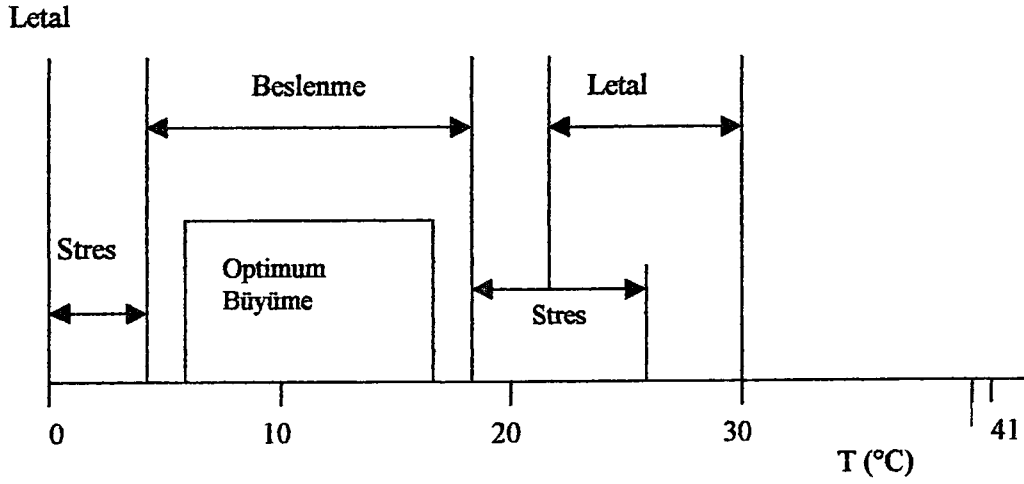
Örnekleme dönemleri arasındaki YCE değerlerinde bir dalgalanma söz konusudur. Bu dalgalanmanın su sıcaklığından kaynaklanabileceği izlenimi edinilmiş olmasına rağmen YCE ile su sıcaklığı arasında önemli bir ilişki bulunamamıştır. Hansen ve Møller (1985), Atlantik salmonunda YCE değerlerinin örnekleme periyotları arasında değişim gösterdiğini bildirmiş, ancak su sıcaklığı ile ilişkisi konusunda bilgi vermemiştir.

4.3. Su Sıcaklığının Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada kaynak alabalıklarının ortalama ağırlık ve boy değerleri sırasıyla, değişken su sıcaklığı grubunda 56.66 ± 15.38 g ve 16.84 ± 1.351 cm; 16°C grubunda 58.32 ± 13.44 g ve 17.14 ± 1.103 cm ve 20°C grubunda ise 51.43 ± 13.576 g ve 16.31 ± 1.238 cm olarak hesaplanmıştır. İstatistiksel analiz 20°C grubunun önemli derecede yavaş büyüdüğünü ($P < 0.05$) ve diğer iki grup arasındaki farklılığın önemli olmadığını göstermiştir. Yem değerlendirme ve kondisyon faktörleri arasındaki farklılıklar da istatistiksel açıdan önemsiz bulunmasına karşılık, günlük yem tüketim oranı 16°C grubunda diğerlerinden önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P < 0.05$).

Salmonidlerde su sıcaklığı 20°C civarına ulaştığında stres, 20°C'nin biraz üzerinde ise ölüm başlamaktadır (Şekil 27) (Goddard, 1996). Bu çalışmada 20°C tercihinin sebebi stres ile ölüm başlangıçlarının geçiş noktasında bulunmasıdır.

Çelikkale (1994)'ye göre su sıcaklığı metabolizmada önemli bir etkidir ve yüksek su sıcaklıkları metabolizmayı hızlandırmakta ve enerji gereksinimini artırmaktadır. Buna göre, su sıcaklığının artmasına paralel olarak optimum bir değere kadar metabolik oran artar ve bundan sonra hızlı bir şekilde düşmeye başlar. Çok düşük su sıcaklıklarında ise metabolizma

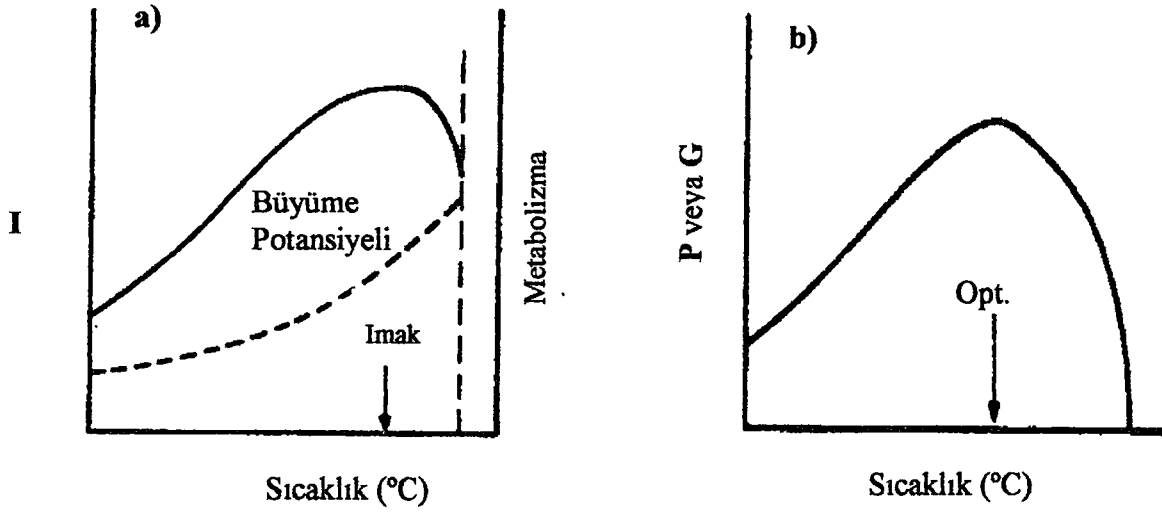


Şekil 27. Kahverengi alabalığın (*Salmo trutta*) sıcaklık gereksinimleri (Goddard, 1996).

yavaşlayacağı için yem tüketimi azalır ve büyüme yavaşlar veya durur. Buna göre, her türün metabolik işlevlerinin optimum seviyelerde cereyan ettiği sıcaklık değişim sınırları mevcuttur. Örneğin, Edward (1978), gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliği yapılan suların 4-5°C'den aşağıya düştüğü ve 20°C'den yukarıya çıktığı zamanlarda yem alımının ve büyümenin durduğunu bildirmiştir. Huet (1971), kaynak alabalıkları için su sıcaklığı 18°C'den daha az, tercihen 12-14°C'ler arası olması, Bristow (1992) ise kaynak alabalığı için 16°C'yi geçmemesi gerektiğini bildirmektedir.

Sadler vd. (1986) 10°C ve 16°C'de kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*), gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), göl alası (*Salvelinus namaychus*) ve splake (*Salvelinus namaychus x Salvelinus fontinalis*)'nin büyüme performansını incelediği çalışmasında kaynak alabalığının 16°C'de 10°C'ye oranla daha iyi büyüdüğünü ve daha iyi yem değerlendirdiğini bildirmiştir.

Yem tüketiminin maksimum olduğu sıcaklık, büyümenin maksimum olduğu sıcaklıktan birkaç derece daha yüksektir. Metabolizma veya enerji tüketimindeki artış ölüme kadar devam ederken büyüme ve yem tüketiminin maksimum olduğu noktadan sonra hızla azalır (Jobling, 1993) (Şekil 28). Bu çalışmada yem tüketim oranı değişken su sıcaklığı grubunda 1.99 ± 0.62 (1.51-2.64); 16°C grubunda 2.92 ± 0.35 (2.48-3.13) ve 20°C grubunda 1.84 ± 0.36 (1.41-2.36) olarak belirlenmiş ve 16°C'de tutulan balıkların tüketimlerinin diğer gruplardakinden önemli oranda yüksek olduğu bulunmuştur ($P < 0.05$). Dolayısıyla yem tüketim oranı en yüksek (3.13) 16°C grubunda bulunduğuna göre optimum büyüme 13-15°C civarında tahmin edilmektedir.



Şekil 28. a) Su sıcaklığındaki değişimin yem tüketimi (I; düz çizgi) ve metabolizma (FE+UE; kesikli çizgi) üzerine etkileri (dikey kesik hat balığın tolerans gösterebileceği maksimum sıcaklık) b) Su sıcaklığındaki değişimin büyüme (P veya G) üzerine etkileri (Jobling, 1993).

Değişken sıcaklık grubunda su sıcaklığının 11.8 ± 1.80 °C (9.0 - 13.5) civarında olduğu 7 - 14. günler arasında ortalama ağırlık artışı (OAA) %8.0 iken bu değer 16 °C grubunda %12.7 olarak; aynı grupta su sıcaklığının 12.9 ± 1.57 °C (11.5 - 16.0) civarında olduğu 14-21. günler arasında ortalama ağırlık artışı %19.1 iken bu değer 16°C grubunda %6.4 olarak hesaplanmış ve büyüme oranlarındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. Diğer periyotlarda ise farklılıklar istatistiksel açıdan önemsiz; genel olarak değerlendirildiğinde ise çalışmanın başı ile sonu arasındaki büyüme oranlarına bakıldığında ise büyüme oranı 20°C grubunda önemli derecede düşük bulunmuştur ($P < 0.05$).

Yem tüketim oranından yararlanılarak varılan optimum büyüme sıcaklığını, oransal büyüme oranı da desteklemektedir. Huet (1971), optimum büyüme sıcaklığını 12-14°C civarında bildirmektedir ve bu değer bu çalışmayı doğrulamaktadır.

De Staso ve Rahel (1994), kaynak alabalığı ile *Oncorhynchus clarki* aynı ortamdaki ilişkileri üzerine su sıcaklığının etkilerini araştırdıkları çalışmasında, su sıcaklığı 10°C olduğunda *Oncorhynchus clarki*'nin, 20°C olduğunda ise kaynak alabalığının yem tüketimini yüksek bulmuştur. Bunun nedenini ise, kaynak alabalığı için kritik maksimum sıcaklık değerini 29°C'de 87 dakika, *Oncorhynchus clarki* için ise 28°C'de 81 dakika olarak bildirmektedir.

Cunjak ve Green (1986), kaynak alabalığının 8°C ve 13°C’de gökkuşağı üzerinde baskın etkiye sahip olduğunu, ancak 19 °C’de ise bu baskınlığının ortadan kalktığını bildirmektedir (De Staso ve Rahel’den (1994) alınmıştır). Bu çalışmada mortalite gözlenmemiş ve 20°C grubu da her ne kadar 16°C grubundan daha düşük büyüme sergilemişse de, yem değerlendirme oranları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Dolayısıyla, su sıcaklığının 20°C civarına yükseldiği yaz aylarında, kaynak alabalığının yetiştirilmesinde yem değerlendirmeden kaynaklanan bir kayıpla karşılaşılmayacak, ancak büyüme yavaşlayacaktır.

Kondisyon faktörleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

4.4. Tuzluluğun Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Çalışmanın sonunda balıkların ortalama ağırlık sırasıyla, tatlısında 63.60±14.34 g; ‰9-10 tuzlulukta 67.88±13.89 g; ‰15-16 tuzlulukta 54.35±15.89 g ve ‰23-24 tuzlulukta ise 42.85±17.16 g olarak gerçekleşmiştir. Tatlısu grubu ile ‰9-10 grubu arasındaki ağırlık farklılıkları önemsiz, diğer gruplar ise birbirinden önemli derecede farklı bulunmuştur (P<0.001).

Çalışmanın sonunda kondisyon faktörleri, tatlısı grubunda 1.06±0.09; ‰9-10 tuzlulukta 1.06±0.09; ‰15-16 tuzlulukta 1.03±0.16 ve ‰23-24 tuzlulukta ise 0.89±0.13 olarak hesaplanmış ve çalışmanın sonunda ‰23-24 grubu diğer gruplardan farklı bulunmuştur (P<0.001). Her ne kadar ‰15-16 grubu, tatlısı ve ‰9-10 gruplarından daha yavaş büyüdüyse de kondisyon faktörleri benzerdir. Dolayısıyla hayvanın genel sağlığı ve tüketici için önemli bir olumsuzluk söz konusu olmayacaktır.

Yem değerlendirme oranları ‰23-24’de 3.45±1.11 (1.77-4.94); ‰15-16’da 1.82±0.78 (1.16-3.27); ‰9-10’da 1.15±0.26 (0.89-1.60) ve tatlısında ise 1.31±0.30 (0.83-1.61) olarak tahmin edilmiştir. İstatistiksel analizde ‰23-24 grubunun diğerlerinden, ‰9-10 ile ‰15-16 gruplarının birbirinden farklı (P<0.01); tatlısı grubunun ‰15-16 ve ‰9-10 grubu ile benzer olduğu görülmüştür. İşletme giderlerinin önemli bir kısmını yem oluşturmaktadır. Birim yem ile elde edilen canlı balık artışı en iyi ‰9-10 ve tatlısı gruplarında belirlenmiştir. Kaynak alabalığının ‰15-16 ve daha büyük tuzluluk gösteren ortamlarda büyütülmesi kötü yem değerlendirme oranına neden olacaktır ve bu nedenle de üretim maliyeti artacak ve işletmenin kar marjı düşük kalacaktır.

Çalışma boyunca ölüm oranı %23-24 grubunda %45 (9 adet); %15-16 grubunda %15 (3 adet) olarak belirlenmiştir. %9-10 ve tatlisu gruplarında ise ölüm olmamıştır. Yani, kaynak alabalığı %15-16 ve daha yüksek tuzluluklarda adaptasyon ve yaşama problemi göstermiştir.

Okumuş vd. (1998a), kaynak alabalığının Doğu Karadeniz koşullarında deniz suyu (%15-16) ve tatlisu ortamında büyüme ve kültür potansiyeli incelemiş ve deniz suyu sıcaklığının yüksek olduğu haziran, temmuz ve ağustos ayları dışında bu balığın deniz suyunda yetiştirilebileceğini, ancak büyüme ve değerlendirme oranlarının ekim - mayıs döneminde benzer olduğunu bildirmiştir.

Deniz suyuna adaptasyonla ilgili diğer bir çalışmada McCormick ve Naiman (1984b) deniz suyuna transfer edilecek olan kaynak alabalıklarının boylarının asgari 19 cm (yaklaşık 70 g) olması gerektiğini açıklamışlardır. Sabit sıcaklıkta büyütülen ve test edilen kaynak alabalıklarında tuzluluğa tolerans ya da solungaç Na^+ , K^+ -ATPase aktivitelerinde mevsimsel değişim bulunmamıştır (McCormick ve Naiman 1984b).

Besner ve Pelletier (1991) anadrom olmayan kaynak alabalıklarının ilkbahar ve yaz aylarında osmoregülasyon kabiliyetlerini ve deniz suyundaki yaşama oranlarını belirlemek amacıyla direkt olarak tatlı sudan deniz suyuna transfer etmişlerdir. Balıklar mayıs ve haziran aylarında deniz suyuna çok iyi adapte olmuşlar ve yaşama oranları %85 olarak gerçekleşmiştir. Buna karşın temmuz ve ağustos aylarında denize bırakılan balıklarda oksijen, sıcaklık ve tuzluluk seviyeleri uygun olmasına rağmen ilk günden itibaren osmoregülasyonda problemler görülmüş ve buna bağlı olarak yaşama oranında düşme gözlenmiştir. Ortalama kondisyon faktörü, mayıs ve haziran aylarında tatlisu ve deniz suyu arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir, yani mayıs ve haziran aylarında denize transfer edilen balıklarda hem yüksek yaşama oranı ve hem de iyi bir osmoregülasyon performansı gözlenmiştir. Bu verilere dayanılarak kaynak alabalığının deniz suyuna haziran ayından daha geç transfer edilmemesi gerektiği bildirilmiştir.

Tuzluluğun büyüme üzerine etkilerinin araştırıldığı bazı çalışmalar ve metabolik oran, isotonik ortamda (%10) osmoregülasyon için en düşük seviyede enerji kullanıldığını ve enerji tasarrufu nedeniyle de belirtilen değerden düşük ve yüksek tuzluluklara oranla büyümenin daha iyi olduğunu göstermiştir. Diğer çalışmalar, tatlisu ve isotonik suda büyüme ve metabolizmadaki farklılıkları açıklamak için yetersiz kalmışlardır (Arnesen vd. 1993).

McKay ve Gjerde (1985), gökkuşağı alabalığının büyümesi üzerine tuzluluğun etkisini incelediği çalışmasında, tuzluluk ile büyüme oranı arasında ters bir ilişki ve iştahın %10, 20 ve 32 tuzluluğa oranla %0 tuzlulukta önemli derece iyi olduğunu bildirmiştir.

Ringø (1991), alp alasında (*Salvelinus alpinus*) tatlısu ve deniz suyunda besin maddelerinin sindirilebilirliğini incelemiştir. Çalışma sonunda deniz suyunda protein ve yağ sindirimin önemli derecede düşük olduğunu bildirmiştir. Ringø (1991), her ne kadar yem değerlendirme oranı ve tuzluluk değerini bildirilmediyse de, yemin sindirilebilirliğine bağlı olan yem değerlendirme oranı, bu çalışmada en kötü %23-24 grubunda bulunmuştur.

Çelikkale vd. (1997), tatlısu, deniz suyu (%15.0-17.9) ve ikisinin karışımının (%7.5-9.0) verildiği tanklarda yetiştirilen 9 ve 18 aylık gökkuşuğu alabalıklarında en iyi gelişimi karışık suda yetiştirilen grupta gözlemiştir.

Tuzluluğun büyüme üzerine etkisi konusunda araştırmacılar arasında farklı görüşler mevcuttur. Ancak, genel olarak %20'nin üzerindeki tuzluluk seviyelerinin hakiki salmonlar dışındaki Salmonidae türlerinde büyüme ve yaşama oranı üzerinde olumsuz etki yaptığı, buna karşın düşük tuzluluk veya acı suyun (%7-12 civarında) ise büyümeyi hızlandığı konusunda bir çok araştırmacı benzer görüşleri paylaşmaktadır (Rao, 1968; Tatum, 1976; Eriksen, 1978; McKay ve Gjerde, 1985; Çelikkale vd. 1997). Fakat, sıcaklık-tuzluluk ve diğer faktörlerin kombinasyonu hiç bir zaman göz ardı edilemez. Bu yüzden, tuzluluğun etkileri değerlendirilirken, en azından sıcaklığın da dikkate alınması gerekir. Tatlısuya adapte olmuş Salmonidae türlerinde yüksek tuzluluklarda büyümede gözlenen önemli azalmanın yaşam payı ihtiyacındaki (özellikle osmoregülasyon) önemli artışlardan ileri geldiğini söylemek mümkündür. Örneğin, Rao (1968), 100 g civarındaki gökkuşuğu alabalıklarında bazal ve aktif metabolik oranların %7.5 civarındaki tuzlulukta minimum, %15'de daha yüksek ve %30'da maksimum olduğunu gözlemiştir. Araştırmacı, bu sonuçlara dayanarak, %7.5'de osmoregülasyon için enerji gereksinimini "0" kabul ederek, osmoregülasyon için %15 ve %30'de tahsis edilmesi gereken enerjinin metabolik aktiviteye ayrılan enerjinin %20 ve %27 civarında olacağını ileri sürmüştür. Bu çalışmanın sonuçları, büyümenin %7-9 civarındaki tuzlulukta yetiştirilen balıkların daha hızlı büyüme nedenlerine açıklık getirmektedir. Benzer şekilde, Eriksen (1978) büyümenin %10 tuzlulukta tatlısudaki daha iyi olduğunu gözlemiştir. McKay ve Gjerde (1985) ise 5.0-13.9°C arasında %0, 10, 20, 24, 28 ve 32 tuzluluklarda 10 ay ve 1.5 yaşındaki balıkları kullanarak yürüttüğü 12 haftalık çalışmada %10 tuzluluk seviyesinde bile büyüme oranının tatlısudan daha düşük olduğunu, özellikle %20'nin üzerinde büyümenin çok önemli ölçüde yavaşladığını bildirmiştir.

Bilindiği gibi, balıkların kan ve doku sıvılarının konsantrasyonu %10-12 civarındadır. Yani, tatlısuda ortama göre hiper-osmotiktirler ve vücuda pasif olarak sürekli bir su girişi söz konusudur. Bu osmotik dengeyi sağlayabilmek için, balıklar günde vücut ağırlıklarının %10-30'u oranında boşaltım yaparken solungaç, mide, barsak ve böbrekler yardımıyla önemli

oranda tuz absorbe ederler. Denizel ortamda ise balık hipo-osmotik duruma düşer ve önemli oranda (günde yaklaşık vücut ağırlığının %12-29'u) su alarak (içerek) dış ortama tuz pompalamak durumundadır. Osmoregülasyon adı verilen bu süreçte yaşama payı enerji ihtiyacının %20-40'lık bir kısmı kullanılabilir. Balık ile ortam arasındaki osmotik basınç farkı artıkça harcanan enerji miktarı artar. Bu nedenle, alabalıklar %7-10 arasındaki tuzluluklarda daha iyi gelişme göstermektedirler.

Büyüme oranında olduğu gibi, tuzluluğun yem tüketimi ve yem değerlendirme oranları üzerindeki etkileri konusunda da araştırmacılar arasında fikir ayrılığı söz konusudur. McKay ve Gjerde (1985) tatlısudaki yem tüketiminin %10, 20 ve 32 tuzluluk seviyelerinden önemli ölçüde daha yüksek olduğunu, Smith ve Thorpe (1976) ise yem değerlendirme oranının deniz ortamında tatlısudan daha yüksek olduğunu ileri sürmektedirler.

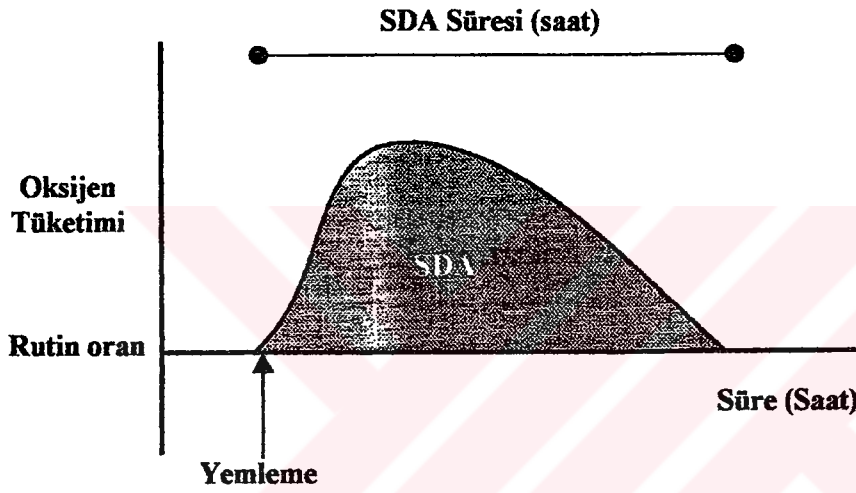
Bu çalışma da ise, yem değerlendirme oranı %9-10 grubunda en düşük veya en iyi, %23-24 grubunda ise en yüksek (en kötü) bulunmuştur. %15-16 grubunda ölüm oranı %15 olarak gerçekleşmiştir. Ancak bunun tuzluluktan değil saldırgan bir bireyin saldırıları sonucu yaralanmalardan kaynaklanmış olabileceği sanılmaktadır. %20'nin altındaki tuzluluk seviyeleri büyüme ve yaşama oranı üzerinde önemli olumsuz etki yaratmadığından, Karadeniz'in tuzluluğu alabalık kültürünün gelişimini sınırlayan bir faktör değildir.

Çalışma zorunlu olarak 42. günde sonlandırılmıştır. En iyi büyüme %9-10 grubunda gözlenmesine karşın tatlısu grubu ile istatistiksel farklılık göstermemiştir. Ancak başlangıçta benzer olan ağırlık ortalamaları arasında yaklaşık 4 g'lık bir fark, gittikçe artma eğilimi göstermektedir. Çalışma daha ileri aşamalara götürülebilseydi ağırlık farklılığı muhtemelen farklılık gösterebilirdi.

4.5. Oksijen Tüketimi

Beslenen balığın metabolik oranı aç bırakılan veya aç kalan balığınkinden daha yüksektir ve düzenli olarak besleme metabolik oranın aç bırakılan balığınkine göre daha yüksek seviyede muhafaza edilmesine yol açar. Beslenen balık, beslenmeyenden daha aktif olabilir ve bu metabolik oranın daha yüksek olmasına katkıda bulunabilir. Ayrıca, beslenen balık; besin arama, tüketme ve bu sıradaki heyecanlanma, rekabet vs amacıyla enerji kullanabilir. Bununla beraber, bu aktiviteler metabolik orandaki artışın esas nedenleri olamaz, çünkü en yüksek metabolik oran yem tüketiminden birkaç saat sonra gözlenmektedir (Okumuş, 2000b).

Buna göre, yem tüketildikten sonra metabolik oranda bir artış meydana gelir ve enerji tüketiminde %15-50 arasında artış olur. Buna “Spesifik Dinamik Aksiyon: SDA” denir (Şekil 29) Yem alımından sonra oksijen tüketimi ani olarak artar ve ekseriyetle beslenme öncesi seviyenin 2-3 katına çıkar. Maksimum seviyeye yem tüketiminden birkaç saat sonra ulaşılır ve daha sonra göreceli olarak beslenme öncesi seviyeye iner. SDA ile tüketilen enerji ve yüksek metabolik seviyenin ne kadar süreceği, sıcaklık, tüketilen yem miktarı ve kompozisyonu dahil bir çok faktör tarafından etkilenir. Tüketilen yem miktarı arttıkça metabolik daha uzun süre yüksek seviyelerde seyrederek. Ayrıca, sıcaklığın düşmesi de bu süreyi uzatabilir (Jobling, 1993).



Şekil 29. Beslenme ve oksijen tüketimi (SDA). Gölge alan yem alımından sonraki oksijen talebini göstermektedir (Jobling, 1993).

Yem tüketiminden sonraki metabolik orandaki artış aşağıdaki amaçlarla enerjiye gereksinim duyulmasından ileri gelmektedir (Okumuş, 2000b):

- Midenin dolması ile artan vücut kütlelerinin yüzdürülmesi,
- Alınan yemin sindirimi, absorpsiyonu ve besin maddelerini vücutta depolanması,
- Amino asitlerin deminasyonu ve boşaltım ürünlerinin sentezi,
- Doku unsurlarının biyosentezi (1 g doku proteinin sentezlenebilmesi için 2-3 g protein), değişimi ve depolanması (besleme ile ilgili olarak harcanan enerjini %60-80'nin artan protein ve lipid sentezi ile ilgili olduğu sanılmaktadır).

Alabalıklar soğuksu balıkları olup, %100 doymuşluğa yakın değerlere gereksinim duyarlar. Suyun oksijen içeriğinin 5 mg/l'dan düşük olması, Salmonidae türlerinde genel

olarak, yem tüketimi ve büyüme için kritik bir değer olarak kabul edilmektedir (Okumuş, 2000b). Bu nedenle, çalışma esnasında havalandırmanın kapatıldığı dönemlerde balığı strese maruz bırakmamak amacıyla ihtiyatlı davranılmış ve suyun oksijen içeriğinin 7 mg/l'nin altına düşmesine izin verilmemiştir.

Yem tüketimi dışında, oksijen tüketimini etkileyen en önemli faktör su sıcaklığı ve bireysel büyüktür. Bu nedenle, bu üç temel faktörün oksijen tüketimi üzerine etkileri irdelenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre 20 °C'de yemlemeden sonraki birinci saatten sonra oksijen tüketimi 628 mgO₂/kg/saat'e ulaşmıştır ve bu değer 16°C'de belirlenen değer (432 mgO₂/kg/saat) yaklaşık 1.5 katıdır. Su sıcaklığı ve yeme ile gereksinim duyulan oksijen miktarındaki artışa rağmen, artan su sıcaklığı ile çözülmüş oksijen miktarı azalmaktadır. Akarsularda suyun oksijen içeriği genellikle %90'lık doymuşluk derecesi civarındadır. Doymuşluk seviyesine ulaşmış suyun içerdiği oksijen miktarı deniz seviyesinde 16°C'de 9.95 mg/l iken, bu değer 20°C'de 9.17 mg/l'dir (Çelikkale, 1994; Stirling, 1985). Alabalık yetiştiriciliği yapılan suların içerdiği oksijen miktarının 5 mg/l'den daha düşük olmaması gerekir, çünkü alabalıklar için bu seviyenin altı letal etkiye sahiptir. Dolayısıyla 16°C ve 20°C'de suyun içerdiği oksijen miktarından kritik seviye çıkarıldığında 16°C için kullanılabilir miktar 5.0 mg/l, 20 °C için ise 4.2 mg/l'dir. 20°C'deki kullanılabilir oksijen miktarı ise 16°C'deki miktarın %84'üdür.

Su sıcaklığına bağlı olarak yem alımını takip eden dönemdeki metabolik artış, 20 °C'de 16 °C'ye göre 40-60. dakikalar arasında %45 daha fazla bulunmuştur. Suyun oksijen içeriği ve kaynak alabalığının tükettiği oksijen miktarları birlikte değerlendirildiğinde 100 l/sn'lik su ile yetiştirilebilecek kaynak alabalığı miktarının 16 °C'de 4125 kg, 20 °C'de ise 2390 kg olduğu hesaplanmaktadır.

Genellikle yüksek rakımlarda suların soğuk olduğu bilinmektedir. Deniz seviyesinden yükseklere çıkıldıkça basınç azalmakta ve basıncın azalması ile birlikte suyun oksijen içeriği de azalmaktadır. Her ne kadar pratikte çok fazla dikkat edilmemekte ise de, özellikle su miktarının kısıtlı, ancak üretim miktarının fazla olduğu işletmelerde dikkat edilmesi gerekmektedir. Suyun oksijen içeriği, deniz seviyesindeki bir işletmeye sağlanan suyun oksijen içeriğine oranla, 300 m rakımlı bir işletme için %96.3, 500 m için %93.9, 1000 m için %88.3, 1500 m için %83.0 ve 2000 m için %78.2'dir (Çelikkale, 1994). Yemlemeyi takiben ilk birinci saatten sonra maksimuma ulaşan oksijen tüketim miktarı dikkate alındığında (16°C için 432 mgO₂/kg/saat, 20°C için 628 mgO₂/kg/saat) 100 l/sn su girişi sağlanan bir işletmede o an için stoklanabilecek kaynak alabalığı miktarları Tablo 41'de verilmiştir.

Çalışma sonucunda, kaynak alabalığı yetiştiriciliği yapan veya yeni girişen işletmelere öncelikle su sıcaklıklarının 20 °C'ye ulaştığı dönemdeki su miktarlarına göre stoklama yapmalarını, şayet su sıcaklığı uzun süre 20 °C veya üzerinde seyrediyorsa kaynak alabalığı yetiştirmek için ya suyu soğutmalarını ya da havalandırma sistemleri kullanmaları önerilebilir.

Tablo 41. Rakıma bağlı olarak 16 °C ve 20 °C'de suyun oksijen içeriğinin belirlenmesindeki düzeltme faktörleri, suyun O₂ içeriği (mg/l) ve stoklanabilecek kaynak alabalığı miktarları (SBM; kg)

Rakım (m)	0	300	500	1000	1500	2000
Düzeltilme Faktörü	1.000	0.963	0.939	0.883	0.830	0.785
O ₂ (16 °C)	9.95	9.58	9.34	8.79	8.26	7.78
O ₂ (20 °C)	9.17	8.83	8.61	8.10	7.61	7.17
SBM (16 °C)	4125	3817	3617	3158	2717	2317
SBM (20 °C)	2390	2196	2069	1777	1496	1244
SBM (16) / SBM (20)	1.726	1.738	1.748	1.777	1.816	1.863

Su sıcaklığının 20 °C'ye ulaşması ile birlikte yemlemenin kesilmesi halinde mevcut suda stoklanabilecek balık miktarı yemlemeye devam edilen stoğa göre 2.8 kat daha fazla olacak, ancak büyüme durdurulacak ve hatta ağırlık kaybı meydana gelecektir.

Porsiyonluk balık üretiminin en kısa zamanda gerçekleştirilebilmesi için yemleme zorunludur. Balık büyüklüğünü arttırmak ve büyümeyi hızlandırmak için tür için letal değerlere (maksimum 25°C) ulaşılmadığı sürece su miktarı ve oksijenlendirme ile yemlemeye devam edilebilir. Su sıcaklığı ile yem tüketimi ve yem değerlendirme oranlarında meydana gelen değişimler ekonomik girdi ve çıktıların gözden geçirilmesini gerektirebilir.

Genel olarak büyük balıklar küçük balıklardan daha fazla oksijen tüketir, fakat birim ağırlık esas alındığında küçük balıklar daha fazla oksijen tüketir. Metabolik oran ile balık büyüklüğü arasında, $M_M = a W^b$ (M_M oksijen tüketim (ml O₂/balık/saat) veya enerji kullanım oranı, W vücut ağırlığı (g), a ve b (= 0.86) sabit) şeklinde allometrik bir ilişki söz konusudur (Okumuş, 2000b). Bu çalışmada kaynak alabalıkları sistem yetersizlikleri nedeniyle yaşatılamamış ve bu nedenle de yukarıdaki ilişkiyi belirlemek amacıyla spesifik bir çalışma yapılamamıştır.

Ortalama ağırlığı 25.5 g ve 64.0 g olan kaynak alabalıklarının 17°C'de rutin (aç) oksijen tüketimleri benzer bulunmuştur. Yemlemeyi takip eden 2-3. saatlerdeki oksijen tüketimleri ise birbirinden farklılık göstermiş ve 25.5 g ortalama ağırlığa sahip balıklar daha fazla oksijen

tüketmişlerdir. Bu beklenen bir sonuçtur. Ancak, takip eden 4-6. saatlerde oksijen tüketimleri yeniden benzer seviyeye düşmüştür. İlerleyen saatlerde ortaya çıkan dominant bir birey diğerleri üzerinde stres uygulamış ve akvaryumda tüketilen oksijen miktarı yeniden yükselmiştir.

Işığın kapatıldığı ve dominant bireyin saldırganlık sergilemediği saatlerde 25.5 g'lık balıkların oksijen tüketimi $88 \text{ mgO}_2/\text{kg/saat}$ seviyesine düşmüş ve bu değer aydınlatmanın yapıldığı döneme oranla önemli derecede farklı bulunmuştur ($P<0.01$). Lefrançois vd. (2001), stok yoğunluğunun gökkuşağı alabalığında rutin metabolik oranı üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada benzer sonuçlar bildirmiştir. Benzer durum 64.0 g'lık balıklarda gözlenmemiştir. Bunun nedeni ise baskın bir bireyin diğerlerini taciz etmesi ve ısırması sonucu artan stresin oksijen tüketimini arttırması olarak tahmin edilmektedir. Baskın birey ise 25.5 g grubunda 16. saatte belirmiş ve oksijen tüketimi dalgalanma göstermiştir.



5. SONUÇLAR

5.1. Yumurta Verimi, Kuluçka Randımanı ve Larva - Yavru Büyütme

1. Ortalama anaç ağırlıkları 318.8 ± 80.2 (195 - 485) g, mutlak yumurta verimi 919 ± 324 (521-1569) adet, nisbi yumurta verimi 2843 ± 479 (2006-3572) adet/kg ve yumurta çapı 4.58 ± 0.254 (4.07-4.94) mm olarak belirlenmiştir. Yumurta büyüklüğü diğer Salmonidae türlerinden biraz küçük, nisbi yumurta verimi ise yüksektir.

2. Yumurtalar, 24-33 günde (217-278 GD) gözlenmiş, larvalar 48-54 günde (387-448 GD) çıkmış ve serbest yüzme ise 76-85 günde (616-708 GD) tamamlanmıştır.

3. Ortalama kayıp oranı, ilk 36 saat içinde ise $\%19.54 \pm 12.38$, gözlenme aşamasında $\%32.65 \pm 21.36$, sağımdan çıkışa kadar $\%43.49 \pm 24.84$ olarak gerçekleşmiştir. Yüzme aşamasına kadar meydana gelen toplam kayıp oranı ise $\%47.95 \pm 23.67$ olarak hesaplanmıştır, başka bir ifadeyle toplam yumurtanın $\%50$ 'den fazlası serbest yüzme aşamasına kadar hayatta kalmıştır. Kayıp oranı özellikle su sıcaklığının yükselmesi ile çıkış döneminde artmıştır.

4. Başlangıçta yumurta çapları ve buna bağlı olarak da ilk yavru ağırlıklarının farklılığı çalışma sonunda da kaybolmamış ve önemli bulunmuştur ($P < 0.001$).

5. Anaç ağırlığı ile yumurta verimi arasında $F = -229.19 + 3.602 W$ ($r=0.891$); boy ile yumurta verimi arasında $F = -2189.6 + 107.2 L$ ($r=0.871$); yumurta büyüklüğü ile yavru ağırlığı arasında $Yavru W = -107.09 + 41.73 ED$ ($r=0.945$) şeklinde ilişkiler bulunmuştur.

5.2. Larval Gelişim (Besin Kesesi Absorpsiyonu)

1. Çıkışta 12.07 ± 0.32 mm olan tam boy, serbest yüzme başlangıcında 19.01 ± 0.96 mm'ye, yaş ağırlık ise 72.45 ± 5.58 mg'dan 98.85 ± 6.22 mg'a ulaşmıştır. Gün-derece ile larva boyu ve yaş ağırlık arasında doğrusal ilişkiler bulunmuştur ($r=0.76$ ve $r=0.90$).

2. Larva boyu ile kuru vücut ağırlığı arasında önemli bir üssel ilişki gözlenmiştir ($r=0.92$).

3. Örneklem başlangıcında kuru vücut ağırlığı 2.70 ± 0.41 , kese ağırlığı 23.33 ± 0.59 ve toplam (vücut + kese) kuru larva ağırlığı 26.03 ± 0.87 mg iken, bu değerler çalışmanın sonunda sırasıyla, 9.49 ± 1.27 , 12.46 ± 1.14 ve 19.00 ± 1.42 mg olarak saptanmıştır.

4. Yumurtadan çıkışta larvanın kurumadde içeriği $\%36.04 \pm 1.93$ iken, bu değer serbest yüzme aşamasında $\%19.22 \pm 0.81$ 'e düşmüştür.

5. Çıkış ile serbest yüzme süresi arasında larvanın büyüme oranı 0.235 mg kuru ağırlık/gün; kesenin azalım oranı 0.477 mg kuru ağırlık /gün ve besin kesesi değerlendirme randımanı (YCE) ise 0.50 olarak hesaplanmıştır.

5.3. Su Sıcaklığının Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

1. Çalışmanın sonunda balıkların ortalama ağırlık ve boy değerleri sırasıyla, değişken su sıcaklığı grubunda 56.66 ± 15.38 g ve 16.84 ± 1.351 cm; 16°C 'de 58.32 ± 13.44 g ve 17.14 ± 1.103 cm ve 20°C 'de ise 51.43 ± 13.576 g ve 16.31 ± 1.238 cm olarak hesaplanmıştır. 20°C grubunun önemli derecede yavaş büyüdüğü ($P < 0.05$) ve diğer gruplar arasındaki farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir.

2. Çalışmanın başlangıç ve sonundaki kondisyon faktörleri sırasıyla, değişken su sıcaklığında 1.03 ± 0.067 (0.93-1.16) ve 1.16 ± 0.083 (1.02-1.37); 16°C 'de 0.98 ± 0.077 (0.79-1.09) ve 1.14 ± 0.084 (0.93-1.30) ve 20°C 'de 1.00 ± 0.082 (0.81-1.22) ve 1.16 ± 0.073 (0.99-1.28) olarak hesaplanmış ve farklılık önemsiz bulunmuştur.

3. Günlük yem tüketimi oranları değişken su sıcaklığında 1.99 ± 0.62 (1.15-2.59); 16°C 'de 2.92 ± 0.45 (2.48-3.49) ve 20°C 'de 2.30 ± 0.04 (2.25-2.36) olarak hesaplanmış ve 16°C grubunun tüketimi yüksek ($P < 0.05$) bulunmuştur.

4. Genel yem değerlendirme oranları ortalama olarak değişken su sıcaklığında 1.22 ± 0.083 ; 16°C 'de 1.12 ± 0.022 ve 20°C 'de ise 1.22 ± 0.025 olarak belirlenmiş ve farklılık önemsiz bulunmuştur.

5. Kaynak alabalığının optimum büyüme sıcaklığı 16°C civarındadır. Bu sonuç büyüme, yem tüketimi ve yem değerlendirme bulgularınca da desteklenmektedir.

5.4. Tuzluluğun Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

1. Ortalama ağırlık ve boy değerleri sırasıyla, tatlısuda 18.12 ± 1.43 cm ve 63.60 ± 14.34 g; %9-10'da 18.45 ± 1.30 cm ve 67.88 ± 13.89 g; %15-16'da 17.28 ± 1.24 cm ve 54.35 ± 15.89 g; %23-24'de ise 16.67 ± 1.67 cm ve 42.85 ± 17.16 g olarak hesaplanmıştır. Tatlısu grubu ile %9-10 grubu arasındaki boy ve ağırlık farklılıklarının önemsiz, diğer grupların ise birbirinden önemli derecede farklı olduğu bulunmuştur ($P < 0.001$).

2. Kondisyon faktörleri, tatlısu grubunda 1.06 ± 0.09 ; %9-10'da 1.06 ± 0.09 ; %15-16'da 1.03 ± 0.16 ve %23-24'de ise 0.89 ± 0.13 olarak hesaplanmıştır. %23-24 grubu diğer gruplardan önemli derecede düşük bulunmuştur ($P < 0.001$).

3. Ortalama yem tüketimi oranları tatlısu grubunda 1.56 ± 0.53 , %9-10'da 2.08 ± 0.16 , %15-16'da 1.25 ± 0.59 ve %23-24'de ise 0.77 ± 0.25 olarak belirlenmiştir. Tatlısu grubu ile %15-16 grubu benzer, diğer gruplar ise birbirinden farklı bulunmuştur ($P < 0.001$).

4. Yem değerlendirme oranları %23-24'de 3.45 ± 1.11 , %15-16'da 1.82 ± 0.78 , %9-10'da 1.15 ± 0.26 ve tatlısuda ise 1.31 ± 0.30 olarak tahmin edilmiştir. %23-24 grubu diğerlerinden, %9-10 ile %15-16 grupları birbirinden farklı ($P < 0.01$); tatlısu grubunun ise %15-16 ve %9-10 grupları ile benzer olduğu gözükmemektedir.

5. Ölüm oranı %23-24 grubunda %45, %15-16 grubunda %15 olarak belirlenmiştir. %9-10 ve tatlısu gruplarında ise ölüm gözlenmemiştir.

6. Kaynak alabalığı yavruları hakiki smoltifikasyon sürecine sahip olmayıp, 30 g civarında mevsime bağlı olmaksızın %20'nin altındaki acı sulara transfer edilebilir. %20'nin hemen üstünde ise ciddi problemler söz konusu olabilir. Optimum büyüme balığın endojen osmotik basıncına çok yakın olan %10 civarında gerçekleşmektedir.

5.5. Oksijen Tüketimi

1. 60-100 g büyüklüğündeki kaynak alabalığının 16°C 'deki rutin (üç gün aç) oksijen tüketimi $141 \text{ mgO}_2/\text{kg/saat}$ iken, bu değer 20°C 'de $221 \text{ mgO}_2/\text{kg/saat}$ 'e yükselmiştir. Yemlemeden sonra ($t=0$) oksijen tüketimi hızlı bir artış göstererek 40-60 dakikaları arasında maksimum (16°C 'de $432 \text{ mgO}_2/\text{kg/saat}$, 20°C 'de $628 \text{ mgO}_2/\text{kg/saat}$) düzeye ulaşmıştır.

2. Kaynak alabalığının 17°C 'de oksijen tüketimi 25.5 g grubunda $134 \text{ mgO}_2/\text{kg/saat}$, 64.0 g grubunda ise $133 \text{ mgO}_2/\text{kg/saat}$ olarak belirlenmiştir. Oksijen tüketimi yemleme sonrası 1-2 saatlerde maksimum düzeye ulaşmış ve büyüklük grupları arasında farklılık ortaya çıkmış, 6. saatin sonunda ise rutin seviyeye inmiştir.

3. Karanlık ortamda oksijen tüketiminde önemli azalma olmaktadır (25.5 g grubunda $88 \pm 2.8 \text{ mgO}_2/\text{kg/saat}$ seviyesine düşmüş ve $t=0$ anı ile farklılık göstermiştir ($P < 0.01$)).

6. ÖNERİLER

Bu doktora tezi aşağıda belirtilen çalışmaları kapsamıştır:

1. Yumurta verimi, yumurta gelişimi ve yavru büyütme,
2. Larval gelişim (besin kesesi absorpsiyonu),
3. Su sıcaklığının büyüme, yem tüketimi ve yem değerlendirme oranları üzerine etkilerinin belirlenmesi,
4. Tuzluluğun büyüme, yem tüketimi ve yem değerlendirme oranları üzerine etkilerinin belirlenmesi,
5. Oksijen tüketimi.

Kısıtlı imkanlar nedeniyle bu konuların tüm detayları ile irdelendiğini söyleyemez. Ancak, kaynak alabalığı yetiştiriciliği için gereksinim duyulan temel bilgiler elde edilmiş ve yapılması gereken diğer araştırmalara esas oluşturulmuştur.

Samsun - Sarp yol yapım çalışmaları, mevcut Araştırma Ünite'sinin taşınmasına ve tatlısu hattının kullanım dışı kalmasına neden olmuştur. Diğer taraftan ekonomik problem ve eleman sayısındaki azalma asıl hedeflere ulaşılması üzerindeki olumsuzlukları oluşturmuştur ve çalışılması düşünülen bazı konular eksik kalmıştır.

Kaynak alabalığının döl verim özelliklerinden, yaş, yumurta büyüklüğü, yumurta verimi üzerine çevresel faktörlerin daha detaylı olarak çalışılması farklı özelliklerde olan işletmeler için önemli sonuçların ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Özellikle yumurta ve larval aşamada meydana gelen ölüm oranları minimum düzeyde olmak zorundadır. Dolayısıyla bu konuda bir çalışma yapılamamıştır.

Larval aşamada besin kesesinin tüketimi büyük ölçüde çevresel faktörler ve su kalitesi ile ilgilidir. Bu tezde, özellikle su sıcaklığı kontrol altında tutulamamıştır ve araştırma dış ortama bağımlı kalmıştır. Özellikle su sıcaklığının bu evrede 13 °C civarına kadar yükselmesi ve suyun sürekli olarak değiştirilememesi önemli problemleri beraberinde getirmiştir. Balıklarda hayatta kalma başarısı larval evredeki gelişime bağlıdır. Dolayısıyla bu evrede kaynak alabalığının gereksinimlerin belirlenerek yaşama oranının yükseltilmesi gerekmektedir.

Kaynak alabalığının büyüme aşamasında gereksinim duyduğu sıcaklık ve tuzluluk gereksinimleri bu tezde incelenen değerlerden daha kapsamlı ve farklı büyüklükteki bireyler için araştırılmalıdır.

Kullanılabilir su miktarı, kurulacak alabalık işletmeleri için kapasiteyi belirlemektedir. Su, türün hayatını devam ettirmek için gereksinim duyduğu oksijeni içeren tek ortamdır ve suyun oksijen içeriği özellikle sıcaklık, tuzluluk, rakım ile değişim göstermektedir. Türün ise oksijen gereksinimi sıcaklık, beslenme ve stres ile artmaktadır. Tuzluluk ile ilgili çalışmalara ulaşamadığından tam olarak bazı yorumları ortaya koymak yanlışlıklara neden olabilir. Çok dar kapsamlı olarak bu konu bu tezde irdelenebilmiştir ve oldukça eksik kalmıştır. Örneğin, farklı su sıcaklıkları, larva, porsiyonluk ve anaç büyüklükleri.

Özellikle gökkuşaağı alabalığı için beslenme stratejileri (Akyurt, 1989; Okumuş ve Başçınar 2001) ve besin gereksinimleri üzerine çalışılmalar bölgemizde yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Ancak kaynak alabalığı için bu çalışmalar yapılmadığından kaynak alabalığı yetiştiren işletmeler, gökkuşaağı için bildirilen yöntemleri kullanmaktadırlar. Oysa besin gereksinimi, her tür ve büyüklük için farklılıklar göstermektedir. Halen kaynak alabalığı için gökkuşaağı alabalığı yemi kullanılmaktadır ve kaynak alabalığının büyümesi gökkuşaağı alabalığına nisbeten yavaştır (Okumuş vd. 1998a). Yavaş büyüme nedeni olarak genetik yapı farklılığı gösterilebilir, ancak beslenmenin de önemli katkı payı vardır. Kaynak alabalığı için besin gereksinimlerinin belirlenmesi ve belki de özel kaynak alabalığı yemi üretilmesi gerekmektedir.

Balıkların, yem sağlanamadığı için veya eleman eksikliği nedeni ile gūnaşırını yemlendiğı, hatta bazen günlerce hiç yemlenmediğı işletme sahiplerince bildirilmekte ve büyüme üzerine etkileri sorulmaktadır. Yemin sindirim süresi türlere göre değişmesine karşın, en önemli faktör elbette çevresel parametrelerdir. Günlük beslenme frekansı konusunda gökkuşaağı alabalığı için yapılmış çalışmalar mevcuttur (Başçınar vd. 2001), ancak kaynak alabalığı üzerine çalışma yapılmamıştır. Farklı büyüklük ve sıcaklıklarda kaynak alabalığı üzerine yeni stratejilerin belirlenmesi ve işletme sahiplerine bilgi verilmesi gerekmektedir.

Yetiştirilen tür sayısının artırılması ve teşvik edilmesi, yeni bir tür yetiştirmeyi düşünmeyen işletme sahiplerinin ikna edilmesi, sorduğı sorulara yanıtları araştırma sonuçları ile vermekle mümkündür. Özellikle gökkuşaağı alabalığına göre daha yüksek

pazar fiyatına sahip kaynak alabalığının özendirilebilmesi için en az gökkuşuğı alabalığı düzeyinde yapılmış araştırmaların seviyesine ulaşılması önem arz etmektedir.



7. KAYNAKLAR

- Abée, J.H., Hindar, K., Inter Population Variation in Reproductive Traits of Anadromous Female Brown Trout, *Salmo trutta L.*, Journal of Fish Biology, 37 (1990) 755-763.
- Akbulut, B., Okumuş. İ., Başçınar, N., Kurtoğlu, İ.Z., Şahin, T., Egg Production in a Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) Broodstock: Fecundity, Egg Size and Correlation of Body Weight, First International Symposium on Fisheries and Ecology, 2-4 September 1998, Trabzon.
- Akyurt, İ., Farklı Yemleme Aralıklarının ve Açlığın Kış Aylarında Gökkuşaağı Alabalıklarının (*Salmo gairdneri* R.) Büyümesi, Yem Değerlendirmesi ve Yaşama Gücüne Etkileri, İ.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 3, 1-2 (1989) 115-129.
- Arnesen, A.M., Jørgensen E.H., Jobling, M., Feed Intake, Growth and Osmoregulation in Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* (L), Following Abrupt Transfer from Freshwater to More Saline Water, Aquaculture, 114 (1993) 327-338.
- Baldigo, B.P., Murdoch, P.S., Effect of Stream Acidification and Inorganic Aluminium on Mortality of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) in the Catskill Mountains, New York, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 54 (1997) 603-615.
- Başçınar, N., Okumuş, İ., Başçınar, N.S., Emiral, H., A Study on Feeding (*Oncorhynchus mykiss*) Reared at Frequency of Rainbow Trout Fingerlings Relatively High Water Temperatures, The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh, 2001, (Baskıda).
- Benfey, T.J., Hepatic Ornithine Decarboxylase Activity During Short-Term Starvation and Refeeding in Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, Aquaculture, 102 (1992) 105-113.
- Benfey, T.J., Ovarian Development in Triploid Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*), Proceedings of The Fifth International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish, 2-8 July 1995, Eds: F.W. Goetz, P. Thomas, Univ. of Texas, At Austin, Texas.
- Benfey, T.J., McCabe, L.E., Pepin, P., Critical Thermal Maxima of Diploid and Triploid Brook Charr, *Salvelinus fontinalis*, Environmental Biology of Fishes, 49 (1997) 259-264.
- Besner, M., Pelletier, D., Adaptation of the Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, to Direct Transfer to Sea Water in Spring and Summer, Aquaculture, 97 (1991) 217-230.
- Biro, P.A., Ridgway, M.S., Mclaughlin, R.L., Does the Rate of Foraging Attempts Predict Ingestion Rate for Young-of-the-Year Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) in the Field?, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53 (1996) 1814-1820.
- Blanc, J.M., Chevassus, B., Survival, Growth and Sexual Maturation of the Tiger Trout Hybrid (*Salmo trutta X Salvelinus fontinalis*), Aquaculture, 52 (1986) 59-69.

- Blanchfield, P.J., Ridgway, M.S., Use of Seepage Meters to Measure Groundwater Flow at Brook Trout Redds, *Transactions of the American Fisheries Society*, 125 (1996) 813-818.
- Blanchfield, P.J., Ridgway, M.S., Reproduction Timing and Use of Redd Sites by Lake-Spawning Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54 (1997) 747-756.
- Bristow, P., *The Illustrated Encyclopedia of Fishes*, Chancellor Press London, 1992.
- Bromage, N., Cumaranatunge, R.C., Egg Production in the Rainbow Trout, In: *Recent Advances in Aquaculture*, Eds: J.F. Muir, R.J. Roberts, Croom Helm, London, 3 (1988) pp. 63-138.
- Bromage, N., Hardiman, P., Jones, J., Springate, J., Bye, V., Fecundity, Egg Size and Total Egg Volume Differences in 12 Stocks of Rainbow Trout, *Aquaculture Fisheries Management*, 21 (1990) 269-284.
- Bromage, N., Jones, J., Randall, C., Thrush, M., Davies, B., Springate, J., Duston, J., Barker, G., Broodstock Management, Fecundity, Egg Quality and Timing of Egg Production in the Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, 100 (1992) 141-166.
- Bukaveckas, P.A., Shaw, W., Effects of Base Addition and Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) Introduction on the Plankton Community of an Acidic Adirondack Lake, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54 (1997) 1367-1376.
- Cavalli, L., Chappaz, R., Diet, Growth and Reproduction of the Arctic Charr in a High Alpine Lake, *Journal of Fish Biology*, 49 (1996) 953-964.
- Cavalli, L., Chappaz, R., Bouchard, P., Brun, G., Food Availability and Growth of the Brook Trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), in a French Alpine Lake, *Fisheries Management and Ecology*, 4 (1997) 167-177.
- Cunjak, R.A., Power, G., Winter Habitat Utilization by Stream Resident Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) and Brown Trout (*Salmo trutta*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 43 (1986) 1970-1981.
- Curry, R.A., Powles, P.M., Gunn, J.M., Liimatainen, V.A., Emergence Chronology of Brook Charr, *Salvelinus fontinalis*, Alevins in an Acidic Stream, *Environmental Biology of Fishes*, 31 (1991) 25-31.
- Curry, R.A., Allen, S. Fox, M.G., Morgan, G.E., Growth and Food of Young-of-the-Year Brook Charr, *Salvelinus fontinalis*, in Lake and Creek Environments, *Environmental Biology of Fishes*, 37 (1993) 131-138.

- Curry, R. A., Noakes, D. L. G., Groundwater and the Selection of Spawning Sites by Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*), Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 52 (1995) 1733-1740.
- Curry, R.A., Noakes, D.L.G., Morgan, E. M., Groundwater and the Incubation and Emergence of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*), Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 52 (1995) 1741-1749.
- Çelikkale, M.S., İç Su Balıkları Yetiştiriciliği, Cilt I, 2. Baskı, KTÜ Basımevi, Trabzon, 1994.
- Çelikkale, M.S., Okumuş, İ., Başçınar, N., Kurtoğlu, İ.Z., Değirmenci, A., Gökkuşığı Alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) Tuzluluğunun Büyüme, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Üzerine Etkisi, IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 17-19 Eylül 1997, Eğirdir.
- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E., Okumuş, İ., Türkiye Su Ürünleri Sektörü Potansiyeli, Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri, İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 1999-2, İstanbul, 1999.
- De La Gándara, F., Jover, M., Garcia-Gómez, A., Is the Mediterranean Yellowtail, *Seriola dumerili* Risso, An Oxyregulator?, Third Cost 827 Workshop On: "Diet Selection by Fish-Variability in Feeding Behaviour", 8-10 June 2000, Maratea, Italy.
- De Staso, J., Rahel, F.J., Influence of Water Temperature on Interactions Between Juvenile Colorado River Cutthroat Trout and Brook Trout in a Laboratory Stream, Transactions of the American Fisheries Society, 123 (1994) 289-297.
- DİE, 1999 Yılı Su Ürünleri İstatistikleri, 2001.
- Dube, P., Blanc, J.M., Chouinard, M., Noüe, J., Triploidy Induced by Heat Shock in Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*), Aquaculture, 92 (1991) 305-311.
- Dumas, S., Blanc, J.M., Audet, C., De La Noüe, J., The Early Development of Hybrids Between Brook Charr (*Salvelinus fontinalis*) and Arctic Charr (*Salvelinus alpinus*), Aquaculture, 108 (1992) 21-28.
- Dumas, S., Blanc, J.M., Audet, C., De La Noüe, J., Variation in Yolk Absorption and Early Growth of Brook Charr, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* (L.), and Their Hybrids, Aquaculture Research, 26 (1995) 759-764.
- Dumas, S., Blanc, J.M., Vallée, F., Audet, C., De La Noüe, J., Survival, Growth, Sexual Maturation and Reproduction of Brook Charr, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* L., and Their Hybrids, Aquaculture Research, 27 (1996), 245-253.

- Dunbrack, R.L., Clarke, L., Bassler, C., Population Level Differences in Aggressiveness and Their Relationship to Food Density in a Stream Salmonid (*Salvelinus fontinalis*), *Journal of Fish Biology*, 48 (1996) 615-622.
- East, P., Magnan, P., The Effect of Locomotor Activity on the Growth of Brook Charr, *Salvelinus fontinalis* Mitchill, *Canadian Journal of Zoology*, 65 (1987) 843-846.
- Edward, D.J., *Salmon and Trout Farming in Norway*, News Books Lim., Surrey, 1978.
- Eriksen, B.F., *Tilvekst I Forskjellige Saliniteter For Regnbueørret Og Sjørøye*, Hovedoppgave Ved Norges Landbrukshøgskole, 1978.
- Essington, T.E., Sorensen, P.W., Paron, D.G., High Rate of Redd Superimposition by Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) and Brown Trout (*Salmo trutta*) in a Minnesota Stream Cannot Be Explained by Habitat Availability Alone, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55 (1988) 2310-2316.
- FAO, 1988-1997 Aquaculture Production Statistics, Rome 1999.
- Fausch, K.D., White, R.J., Competition among Juveniles of Coho Salmon, Brook Trout, and Brown Trout in a Laboratory Stream, and Implication for Great Lakes Tributaries, *Transactions of the American Fisheries Society*, 115 (1986) 363-381.
- Ferguson, M.M., Liskauskas, A.P., Danzmann, R.G., Genetic and Environmental Correlates of Variation in Body Weight of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52 (1995) 307-314.
- Fiss, F.C., Carline, R.F., Survival of Brook Trout Embryos in Three Episodically Acidified Streams, *Transactions of the American Fisheries Society*, 122 (1993) 268-278.
- Froese, R., Pauly, D. (Editors), *Fishbase 99*. World Wide Web Electronic Publication, 1999. [Http://www.fishbase.org](http://www.fishbase.org).
- Gagen, C.J., Sharpe, W.E., Carline, R.F., Mortality of Brook Trout, Mottled Sculpins, and Slimy Sculpins During Acidic Episodes, *Transactions of the American Fisheries Society*, 122 (1993) 616-628.
- Galbreath, P.F., Stocks, S.D., Ineffectiveness of Steroid Immersion Treatments for Sex Reversal of Brook Trout, *North American Journal of Aquaculture*, 61 (1999) 206-212.
- Galbreath, P.F., Samples, B.L., Optimization of Thermal Shock Protocols for Induction of Triploidy in Brook Trout, *North American Journal of Aquaculture*, 62 (2000) 249-259.
- Gall, G.A.E., Genetics of Reproduction in Domesticated Rainbow Trout, *Journal of Animal Science*, 40 (1975) 19-28.

- Gall, G.A.E., Crandell, P.A., The Rainbow Trout, *Aquaculture*, 100 (1992) 1-10.
- Gaudreault, A., Miller, T., Montgomery, W.L., Fitzgerald, G.J., Interspecific Interactions and Diet of Sympatric Juvenile Brook Charr, *Salvelinus fontinalis*, and Adult Ninespine Sticklebacks, *Pungitius pungitius*, *Journal of Fish Biology*, 28 (1986) 133-140.
- Goddard, S. *Feed Management in Intensive Aquaculture*, Chapman & Hall, New York, 1993.
- Grande, M., Andersen, S., Effect of Temperature Regimes from a Deep and a Surface Water Release on Early Development of Salmonids, *Research & Management*, 5 (1990) 355-360.
- Grant, J.W.A., Aggressiveness and the Foraging Behaviour of Young-of-the-Year Brook Charr (*Salvelinus fontinalis*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47 (1990) 915-920.
- Guillou, A., Soucy, P., Khalil, M., Adambounou, L., Effects of Dietary Vegetable and Marine Lipid on Growth, Muscle Fatty Acid Composition and Organoleptic Quality of Flesh of Brook Charr (*Salvelinus fontinalis*), *Aquaculture*, 136 (1995) 351-362.
- Hall, D.L., Age Validation and Ageing Methods for Stunted Brook Trout, *Transactions of the American Fisheries Society*, 120 (1991) 644-649.
- Hansen, T., Artificial Hatching Substrate: Effect on Yolk Absorption, Mortality and Growth During First Feeding of Sea Trout (*Salmo trutta*), *Aquaculture*, 46 (1985) 275-285.
- Hansen, T.J., Møller, D., 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 (1985) 1073-1078.
- Helland, S.J., Helland, B.G., Nerland, S., A Simple Method for the Measurement of Daily Feed Intake of Groups of Fish in Tanks, *Aquaculture*, 139 (1996) 157-163.
- Heen, K., Thorpe, J., Ridler, N., Monahan, R.L., Mahnken, C., Lindbergh, J., The Distribution of Salmon Aquaculture, In: *Salmon Aquaculture*, Eds: K. Heen, R.L. Monahan, F. Utter, Fishing News Book, Blackwell Scientific Publication Ltd. Oxford, 1993.
- Heggenes, J., Traaen, T., Daylight Response to Overhead Cover in Stream Channel for Fry of Four Salmonid Species, *Holarctic Ecology*, 11 (1988a) 194-201.
- Heggenes, J., Traaen, T., Downstream Migration and Critical Water Velocities in Stream Channels for Four Salmonid Species, *Journal of Fish Biology*, 32 (1988b) 717-727.
-

- Hodson, P.V., Blunt, B.R., The Effect of Time from Hatch on the Yolk Conversion Efficiency of Rainbow Trout, *Salmo gairdneri*, *Journal Fish Biology*, 29 (1986) 37-46.
- Hokanson, K.E.F., McCormick, J.H., Jones, B.R., Tucker, J.H., Thermal Requirements for Maturation, Spawning, and Embryo Survival of the Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, *Journal of Fisheries Research Board Canada*, 30 (1973) 975-984.
- Holcombe, G.W., Pasha, M.S., Jensen, K.M., Tietge, J.E., Ankley, G.T., Effects of Photoperiod Manipulation on Brook Trout Reproductive Development, Fecundity, and Circulating Sex Steroid Concentrations, *North American Journal of Aquaculture*, 62 (2000) 1-11.
- Hughes, T.C., Josephson, D.C., Krueger, C.C., Sullivan, P.J., Comparison of Large and Small Visible Implant Tags: Retention and Readability in Hatchery Brook Trout, *North American Journal of Aquaculture*, 62 (2000) 273-280.
- Huet, M., *Testbook of Fish Culture Breeding and Cultivation of Fish*, Eyre and Spottiswoode Ltd., Margate, England, 1971.
- Hutchings, J.A., Fitness Consequences of Variation in Egg Size and Food Abundance in Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, *Evolution*, 45 (1991) 1162-1168.
- Hutchings, J.A., Adaptive Phenotypic Plasticity in Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, *Life Histories, Ecoscience*, 3, 1 (1996) 25-32.
- Ingersoll, C.G., Mount, D.R., Gulley, D.D., Lapoint, T.W., Bergman, H.L., Effect of pH, Aluminum, and Calcium on Survival and Growth of Eggs and Fry of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47 (1990) 1580-1592.
- Jobling, M. *Bioenergetics: Feed Intake and Energy Partitioning*, In: *Fish Ecophysiology*, Ed: J.C. Rankin, F.B. Jensen, Chapman & Hall, London, 1993.
- Josephson, D.C., Youngs, W.D., Association between Emigration and Age Structure in Populations of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) in Adirondack Lakes, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53 (1996) 534-541.
- Ketola, H.G., Longacre, D., Greulich, A., Phetterplace, L., Lashomb, R., High Calcium Concentration in Water Increases Mortality of Salmon and Trout Eggs, *The Progressive Fish - Culturist*, 50 (1988) 129-135.
- Kitano, S., Maekawa, K., Nakano, S., Fausch, K.D., Spawning Behaviour of Bull Trout in the Upper Flathead Drainage, Montana, With Special Reference to Hybridization with Brook Trout, *Transactions of the American Fisheries Society*, 123 (1994) 988-992.

- Köse, S., Erkebay, C., Kurtoğlu, İ.Z. Başçınar, N., Değirmenci, A., Comparison of Biochemical Contents and Consumer Acceptance of Albino Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) with Normal Trout, First International Symposium on Fisheries and Ecology, 2-4 September 1998, Trabzon.
- Kurtoğlu, İ.Z., Okumuş, İ., Çelikkale, M.S., Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Ticari Bir İşletmedeki Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Anaçlarının Döl Verim Özellikleri ve Yavrularının Büyüme Performansının Belirlenmesi, Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi, 22 (1998) 489-496.
- Kwain, W., Rose, G.A., Growth of Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, Subject to Sudden Reductions of pH During Their Early Life History, Transactions of the American Fisheries Society, 114 (1985) 564-570.
- Lacasse, S., Magnan, P., Biotic and Abiotic Determinants of the Diet of Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, in Lakes of the Laurentian Shield, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 49 (1992) 1001-1009.
- Lachance, S., Magnan, P., Comparative Ecology and Behaviour of Domestic, Hybrid, and Wild Strains of Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, After Stocking, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 47 (1990a) 2285-2292.
- Lachance, S., Magnan, P., Performance of Domestic, Hybrid, and Wild Strains of Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, After Stocking: The Impact of Intra- and Interspecific Competition, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 47 (1990b) 2278-2284.
- Lefrançois, C., Claireaux, G., Mercier, C., Aubin, J., Effect of Density on the Routine Metabolic Expenditure of Farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), Aquaculture, 195 (2001) 269-277.
- Leon, K.A., Effect of Exercise on Feed Consumption, Growth, Food Conversion, and Stamina of Brook Trout, The Progressive Fish - Culturist, 48 (1986) 43-46.
- Liskauskas, A.P., Ferguson, M.M., Genetic Variation and Fitness: A Test in a Naturalized Population of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*), Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 48 (1991) 2152-2162.
- Magnan, P., Interactions between Brook Charr, *Salvelinus fontinalis*, and Nonsalmonid Species: Ecological Shift, Morphological Shift, and Their Impact on Zooplankton Communities, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 45 (1988) 999-1009.
- Marten, P.S., Effect of Temperature Variation on the Incubation and Development of Brook Trout Eggs, The Progressive Fish - Culturist, 54 (1992) 1-6.

- Marchand, F., Boisclair, D., Influence of Fish Density on the Energy Allocation Pattern of Juvenile Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*), Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 55 (1998) 796-805.
- May, B., Henley, K.J., Krueger, C.C., Gloss, S.P., Androgenesis as a Mechanism for Chromosome Set Manipulation in Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*), Aquaculture, 75 (1988) 57-70.
- McCormick, S.D., Naiman, R.J., Some Determinants of Maturation in Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, Aquaculture, 38 (1984a) 269-278.
- McCormick, S.D., Naiman, R.J., Osmoregulation in the Brook Trout *Salvelinus fontinalis*, Effects of Size, Age and Photoperiod on Sea Water Survival and Ionic Regulation, Comp. Biochem. Physiol., 79 (1984b) 17-18.
- McCormick, S.D., Naiman, R.J., Montgomery, E.T., Physiological Smolt Characteristics of Anadromous and Non-Anadromous Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) and Atlantic Salmon (*Salmo salar*), Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 42 (1985) 529-538.
- McCracken, G.F., Parker, C.R., Guffey, S.Z., Genetic Differentiation and Hybridization between Stocked Hatchery and Native Brook Trout in Great Smoky Mountains National Park, Transactions of the American Fisheries Society, 122 (1993) 533-542.
- McDonald, D.G., Goldstein, M.D., Mitton, C., Responses of Hatchery-Reared Brook Trout, Lake Trout, and Splake to Transport Stress, Transactions of the American Fisheries Society, 122 (1993) 1127-1138.
- McKay, L.R., Gjerde, B., The Effect of Salinity on Growth of Rainbow Trout, Aquaculture, 49 (1985) 325-331.
- McKay, L.R., Ihssen, P.E., McMillan, I., Growth and Mortality of Diploid and Triploid Tiger Trout (*Salmo trutta* X *Salvelinus fontinalis*), Aquaculture, 106 (1992a) 239-251.
- McKay, L.R., Ihssen, P.E., McMillan, I., Early Mortality of Trout (*Salvelinus fontinalis* X *Salmo trutta*), Aquaculture, 102 (1992b) 43-54.
- McLaughlin, R.L., Grant, J.W.A., Kramer, D.L., Foraging Movements in Relation to Morphology, Water-Column Use, and Diet for Recently Emerged Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) in Still-Water Pools, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 51 (1994) 268-279.
- McNicol, R.E., Scherer, E., Murkin, E.J., Quantitative Field Investigations of Feeding and Territorial Behaviour of Young-of-the-Year Brook Charr, *Salvelinus fontinalis*, Environmental Biology of Fishes, 12 (1985) 219-229.

- Mount, D.R., Ingersoll, C.G., Gulley, D.D., Fernandez, J.D., Lapoint, T.W., Bergman, H.L., Effect of Long-Term Exposure to Acid, Aluminum, and Low Calcium on Adult Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*). 1. Survival, Growth, Fecundity, and Progeny Survival, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 45 (1988) 1623-1632.
- Nuhfer, A.J., Alexander, G.R., Growth, Survival, and Vulnerability to Angling of Three Wild Brook Trout Strains Exposed to Different Levels of Angler Exploitation, North American Journal of Fisheries and Management, 14 (1994) 423-434.
- O'Keefe, R.A., Benfey, T.J., The Feeding Response of Diploid and Triploid Atlantic Salmon and Brook Trout, Journal of Fish Biology, 51 (1997) 989-997.
- O'Keefe, R.A., Benfey, T.J., Comparative Growth and Food Consumption of Diploid and Triploid Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) Monitored by Radiography, Aquaculture, 175 (1999) 111-120.
- Okumuş, İ., Üstündağ, C., Kurtoğlu, İ.Z., Başçınar, N., Deniz Kafesleri ve Tatlısu Havuzlarında Stoklanan Gökkuşaağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Anaçlarının Sağım Zamanı, Yumurta Verimi ve Yumurta Kalite Özellikleri, IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 17-19 Eylül 1997, Eğirdir.
- Okumuş, İ., Başçınar, N., Alkan, M. Z., Kurtoğlu, İ. Z. Kaynak Alabalığının (*Salvelinus fontinalis*) Doğu Karadeniz Koşullarında Deniz Suyu ve Tatlısu Ortamlarındaki Büyüme Kültür Potansiyeli, III. Doğu Anadolu Su Ürünleri Sempozyumu, 10-12 Haziran 1998a, Erzurum.
- Okumuş, İ., Başçınar, N., Kurtoğlu, İ.Z., Yılmaz, K., Effects of Stocking Density on Growth Performance, Size Variation, Food Intake and Conversion Rates in Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*, First International Symposium on Fisheries And Ecology, 2-4 September 1998b, Trabzon.
- Okumuş, İ., Çelikkale, M.S., Kurtoğlu, İ.Z., Başçınar, N., Saf ve Karışık Olarak Yetiştirilen Gökkuşaağı (*Oncorhynchus mykiss*) ve Kaynak Alabalıklarının (*Salvelinus fontinalis*) Büyüme Performansları, Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Oranları, Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi, 23 (1999) 123-130.
- Okumuş, İ., Deniz Ürünleri Yetiştiriciliği Ders Notları, KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon, 2000a (Basılmamış).
- Okumuş, İ., Balık Besleme Ders Notları, KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon, 2000b (Basılmamış).
- Okumuş, İ., Damızlık Stok Yönetimi Ders Notları, KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon, 2001 (Basılmamış).
- Okumuş, İ., Başçınar, N., The Effect of Different Numbers of Feeding Days on Feed Consumption and Growth of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum), Aquaculture Research, 32 (2001) 365-367.

- Ovenden, J.R., Bywater, R., White, R.W.G., Mitochondrial DNA Nucleotide Sequence Variation in Atlantic Salmon (*Salmo salar*), Brown Trout (*Salmo trutta*), Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) from Tasmania, Australia, *Aquaculture*, 114 (1993) 217-227.
- Özden, O., Kimi Tatlısu Balıklarında Üreme Biyolojisi ve Alabalıklarda Melezleme Olanakları, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 2, 5-6 (1985) 33-39.
- Quinn, N.W.S., Korver, R.M., Hicks, F.J., Monroe, B.P., Hawkins, R.R., An Empirical Model of Lentic Brook Trout, *North American Journal of Fisheries and Management*, 14 (1994) 692-709.
- Rabison, O.W., Luempert, III, L.G., Genetic Variation in Weight and Survival of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) *Aquaculture*, 38, (1984) 155-170.
- Rao, G.M.M., Oxygen Consumption of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) in Relation to Activity and Salinity, *Canadian Journal of Zoology*, 46 (1968) 781-786.
- Ridgway, M.S., Blanchfield, P.J., Brook Trout Spawning Areas in Lakes, *Ecology of Freshwater Fish*, 7 (1998) 140-145.
- Ringø, E., Hatchery-Reared Landlocked Arctic Charr, *Salvelinus alpinus* (L.), from Lake Takvatn Reared in Fresh and Sea Water. II. The Effect of Salinity on the Digestibility of Protein, Lipid and Individual Fatty Acids in a Capelin Roe Diet and Commercial Feed, *Aquaculture*, 93 (1991) 135-142.
- Sadler, S.E., Friars, G.W., Ihssen, P.E., The Influence of Temperature and Genotype on the Growth Rate of Hatchery Reared Salmonids, *Canadian Journal of Animal Sciences*, 66 (1986) 599-606.
- Scott, W.B., Crossman, E.J., *Freshwater Fishes of Canada*, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, 1973, 966 p.
- Shepherd, J., Bromage, N., *Intensive Fish Farming*, First Publishing, Billing & Sons Ltd, Worcester, 1988, 404 P.
- Skaala, Ø, Dahle, G., Jørstad, K.E., Nævdal, G., Interactions between Natural and Farmed Fish Populations: Information from Genetic Markers, *Journal of Fish Biology*, 36 (1990) 449-460.
- Smith, M.A.K., Thorpe, A., Nitrogen Metabolism and Trophic Input in Relation to Growth in Freshwater and Saltwater. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab., Woods Hole*, 150 (1976) 139-151.
- Snucins, E.J., Curry, R.A., Gunn, J.M., Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) Embryo Habitat and Timing of Alevin Emergence in Lake and a Stream, *Canadian Journal of Zoology*, 70 (1992) 423-427.

- Sorensen, P.W., Cardwell, J.R., Essington, T., Weigel, D.E., Reproductive Interactions between Sympatric Brook and Brown Trout in a Small Minnesota Stream, *Canadian Journal of Fisheries And Aquatic Sciences*, 52 (1995) 1958-1965.
- Springate, J.R.C., Bromage, N. R., Effect of Egg Size on Early Growth and Survival in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri* R.), *Aquaculture*, 47 (1985) 163-172.
- Stevenson, J.P., Trout Farming Manual, Second Editions, Fishing New Books, England, 1987.
- Stickney, R.R., Culture of Salmonid Fishes, CRC Press Inc., Washington, 1991.
- Stillwell, E.J., Benfey, T.J., Hemoglobin Level, Metabolic Rate, Opercular Abduction Rate and Swimming Efficiency in Female Triploid Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*), *Fish Physiology and Biochemistry*, 15 (1996) 377-383.
- Stillwell, E.J., Benfey, T.J., The Critical Swimming Velocity of Diploid and Triploid Brook Trout, *Journal of Fish Biology*, 51 (1997) 650-653.
- Stirling, H.P., Chemical and Biological Methods of Water Analysis for Aquaculturalists, University of Stirling, 1985.
- Tang, M., Boisclair, D., Influence of the Size of Enclosures on the Swimming Characteristics of Juvenile Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50 (1993) 1786-1793.
- Tang, M., Boisclair, D., Relationship between Respiration Rate of Juvenile Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*), Water Temperature, and Swimming Characteristics, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52 (1995) 2138-2145.
- Tatum, W.M., Comperative Growth and Mortality of Winter-Cultured Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) in Freshwater and Brackish Water Ponds in South Alabama, *Proceedings World Mariculture Society*, 7 (1976) 71-78.
- Tremblay, S., Magnan, P., Interactions between Two Distantly Related Species, Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) and White Sucker (*Catostomus commersoni*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48 (1991) 857-867.
- Vijayan, M.M., Leatherland, J.F., Effect of Stocking Density on the Growth, and Stress-Response in Brook Charr, *Salvelinus fontinalis*, *Aquaculture*, 75 (1988) 159-170.
- Vijayan, M.M., Ballantyne, J.S., Leatherland, J.F., High Stocking Density Alters the Energy Metabolism of Brook Charr, *Salvelinus fontinalis*, *Aquaculture*, 88 (1990) 371-381.
- Von Offelen, H.K., Krueger, C.C., Schofield, C.L., Survival, Growth, Movement, and Distribution of Two Brook Trout Strains Stocked into Small Adirondack Streams, *North American Journal of Fisheries Management*, 13 (1993) 86-95.

- Walsh, G., Morin, R., Naiman, R.J., Daily Rations, Diel Feeding Activity and Distribution of Age-0 Brook Charr, *Salvelinus fontinalis*, in Two Subarctic Stream, *Environmental Biology of Fishes*, 21 (1988) 195-205.
- Warrillow, J.A., Josephson, D.C., Youngs, W.D., Krueger, C.C., Differences in Sexual Maturity and Fall Emigration between Diploid and Triploid Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) in an Adirondack Lake, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54 (1997) 1808-1812.
- Witzel, L.D., MacCrimmon, H.R., Embryo Survival and Alevin Emergence of Brook Charr, *Salvelinus fontinalis*, and Brown Trout, *Salmo trutta*, Relative to Redd Gravel Composition, *Canadian Journal of Zoology*, 61 (1983) 1783-1792.
- Wood, C.M., McDonald, D.G., Ingersoll; C.G., Mount, D.R., Johannsson, O.E., Landsberger, S., Bergman, H.L., Effects of Water Acidity, Calcium, and Aluminium on Whole Body Ions of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) Continuously Exposed from Fertilization to Swim-Up: A Study by Instrumental Neutron Activation Analysis, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47 (1990a) 1593-1603.
- Wood, C.M., McDonald, D.G., Ingersoll; C.G., Mount, D.R., Johannsson, O.E., Landsberger, S., Bergman, H.L., Whole Body Ions of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) Alevins: Response of Yolk-Sac and Swim-Up Stages to Water Acidity, Calcium, and Aluminum, and Recovery Effects, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47 (1990b) 1604-1615.

8. EKLER

Ek Tablo 1. Yumurtaların kuluçkalandığı (08 Ocak - 31 Mart 1999) ve larva ve yavruların büyütüldüğü dönemdeki günlük (01 Nisan - 03 Haziran 1999) su sıcaklıkları

t (gün)	Tarih	T (°C)	t (gün)	Tarih	T (°C)	t (gün)	Tarih	T (°C)	t (gün)	Tarih	T (°C)
1	Ocak 8	8.5	38	Şubat 14	8.0	75	Mart 23	9.0	112	Nisan 29	11.0
2	9	8.5	39	15	8.0	76	24	10.0	113	30	14.5
3	10	8.5	40	16	8.0	77	25	10.0	114	Mayıs 1	14.5
4	11	9.0	41	17	8.0	78	26	9.0	115	2	13.0
5	12	9.0	42	18	9.0	79	27	10.0	116	3	13.0
6	13	9.5	43	19	8.0	80	28	12.0	117	4	12.5
7	14	9.5	44	20	8.0	81	29	12.0	118	5	12.0
8	15	9.0	45	21	4.0	82	30	10.0	119	6	12.0
9	16	9.5	46	22	4.0	83	31	10.0	120	7	8.0
10	17	8.5	47	23	6.0	84	Nisan 1	10.0	121	8	13.0
11	18	8.5	48	24	8.0	85	2	9.0	122	9	13.0
12	19	8.5	49	25	8.0	86	3	9.0	123	10	13.0
13	20	8.5	50	26	7.0	87	4	8.0	124	11	14.0
14	21	8.5	51	27	9.0	88	5	8.0	125	12	13.0
15	22	8.5	52	28	9.0	89	6	8.5	126	13	14.0
16	23	8.5	53	Mart 1	9.0	90	7	9.0	127	14	12.0
17	24	8.5	54	2	9.0	91	8	9.0	128	15	15.0
18	25	8.5	55	3	9.0	92	9	9.0	129	16	14.0
19	26	8.5	56	4	9.0	93	10	9.0	130	17	10.0
20	27	8.5	57	5	9.0	94	11	10.5	131	18	8.0
21	28	8.5	58	6	9.0	95	12	10.0	132	19	8.0
22	29	8.5	59	7	8.0	96	13	10.0	133	20	9.0
23	30	8.5	60	8	6.0	97	14	12.5	134	21	12.0
24	31	8.5	61	9	9.5	98	15	11.0	135	22	14.0
25	Şubat 1	8.5	62	10	7.5	99	16	10.0	136	23	14.0
26	2	8.0	63	11	7.5	100	17	12.5	137	24	14.0
27	3	6.0	64	12	10.0	101	18	12.0	138	25	13.0
28	4	7.0	65	13	9.0	102	19	14.0	139	26	13.0
29	5	7.0	66	14	9.0	103	20	11.5	140	27	14.0
30	6	7.0	67	15	6.5	104	21	12.5	141	28	16.0
31	7	7.0	68	16	7.5	105	22	9.0	142	29	14.0
32	8	6.0	69	17	8.5	106	23	14.0	143	30	14.0
33	9	5.0	70	18	9.0	107	24	13.0	144	31	16.0
34	10	8.0	71	19	9.0	108	25	13.0	145	Haziran 1	15.0
35	11	8.0	72	20	8.0	109	26	13.0	146	2	17.0
36	12	8.0	73	21	7.0	110	27	12.5	147	3	17.0
37	13	8.0	74	22	7.0	111	28	13.0			

Ek Tablo 2. Yumurta verimi ve büyüklüğün belirlenmesi çalışmasında kullanılan anaçlara ait veriler (W: anaç ağırlığı (g), L: boy (mm), TYH: toplam yumurta hacmi (ml), ED: yumurta büyüklüğü (mm), F: yumurta verimi)

Anaç No	W (g)	L (cm)	TYH (ml)	ED (mm)	F (adet)	F (adet/kg)
1	340	29.0	74	4.94	821	2414
2	485	34.0	164	4.76	1569	3235
3	315	29.5	61	4.80	632	2006
4	350	30.0	98	4.64	1048	2994
5	320	29.5	79	4.07	1143	3572
6	235	27.0	44	4.40	613	2609
7	195	24.0	42	4.48	521	2672
8	310	29.0	76	4.52	1006	3245

Ek Tablo 3. Döllenmeden serbest yüzme aşamasına kadar yaşayan yumurta ve larva sayıları (adet)

Anaç No	F (adet)	İlk 36 saat	İlk 36 saat Gözlenme	Gözlenme Çıkış	Çıkış Serbest yüzme
1	821	559	467	298	264
2	1569	1509	1472	1371	1197
3	632	614	605	585	581
4	1048	942	845	673	597
5	1143	984	851	754	687
6	613	424	365	328	310
7	521	372	165	76	66
8	1006	661	454	378	359

Ek Tablo 4. Larval gelişimin belirlenmesi çalışmasında ölçülen günlük kuluçka suyu sıcaklıkları (09 Aralık 2000 - 04 Mart 2001)

t (gün)	Tarih	T (°C)	t (gün)	Tarih	T (°C)	t (gün)	Tarih	T (°C)	t (gün)	Tarih	T (°C)
1	Aralık 9	9.0	23	31	13.0	45	22	9.0	67	13	9.5
2	10	9.0	24	Ocak 1	13.0	46	23	9.0	68	14	9.5
3	11	9.0	25	2	12.0	47	24	7.0	69	15	9.5
4	12	9.0	26	3	11.5	48	25	6.0	70	16	10.0
5	13	9.0	27	4	10.5	49	26	7.0	71	17	8.5
6	14	10.0	28	5	9.5	50	27	5.5	72	18	8.5
7	15	10.0	29	6	9.0	51	28	5.5	73	19	8.5
8	16	10.0	30	7	8.5	52	29	6.0	74	20	8.5
9	17	10.0	31	8	8.5	53	30	8.0	75	21	6.0
10	18	10.5	32	9	8.0	54	31	9.5	76	22	4.5
11	19	11.0	33	10	9.0	55	Şubat 1	11.0	77	23	6.0
12	20	10.0	34	11	10.0	56	2	12.5	78	24	7.0
13	21	9.0	35	12	9.5	57	3	10.0	79	25	10.0
14	22	7.5	36	13	9.0	58	4	9.0	80	26	13.0
15	23	6.0	37	14	9.0	59	5	8.5	81	27	13.0
16	24	6.5	38	15	8.5	60	6	8.0	82	28	9.5
17	25	7.0	39	16	8.0	61	7	9.5	83	Mart 1	12.5
18	26	7.0	40	17	7.5	62	8	10.5	84	2	13.0
19	27	7.0	41	18	9.5	63	9	9.5	85	3	12.5
20	28	10.0	42	19	8.5	64	10	8.5	86	4	13.0
21	29	11.0	43	20	8.5	65	11	10.0			
22	30	11.0	44	21	9.0	66	12	10.0			

Ek Tablo 5. Larval gelişimin belirlenmesi amacıyla örneklenen tüm bireylere ait veriler boy (L; cm), yaş ağırlık ($W_{yaş}$; mg), kuru vücut ağırlığı ($W_{vücut}$; mg) kuru kese ağırlığı (W_{kese} ; mg), toplam kuru ağırlık ($W_{vücut+kese}$), kurumadde oranı (%) ve su oranı (%)

Gün- derece	L	W_{wet}	Kuru $W_{vücut}$	Kuru W_{kese}	Kuru $W_{vücut+kese}$	Kurumadde oranı (%)	Su oranı (%)
523.0	11.6	74.3	3.2	22.8	26.0	34.99327052	65.00673
523.0	11.9	78.9	3.0	23.9	26.9	34.09378961	65.90621
523.0	12.2	67.3	2.7	22.6	25.3	37.59286776	62.40713
523.0	12.4	73.4	2.7	23.4	26.1	35.55858311	64.44142
523.0	11.6	67.6	2.1	22.6	24.7	36.53846154	63.46154
523.0	11.9	75.2	2.7	23.2	25.9	34.44148936	65.55851
523.0	12.1	64.1	2.5	23.5	26.0	40.56162246	59.43838
523.0	12.4	70.3	2.3	23.2	25.5	36.27311522	63.72688
523.0	12.1	81.0	3.4	24.5	27.9	34.44444444	65.55556
523.0	12.5	72.4	2.4	23.6	26.0	35.91160221	64.08840
549.0	12.4	76.5	3.0	21.8	24.8	32.41830065	67.58170

Ek Tablo 5'in devamı

549.0	12.9	72.6	2.3	21.7	24.0	33.05785124	66.94215
549.0	12.9	84.2	3.4	24.1	27.5	32.66033254	67.33967
549.0	12.3	68.8	2.9	21.3	24.2	35.17441860	64.82558
549.0	12.8	66.7	3.4	21.0	24.4	36.58170915	63.41829
549.0	13.0	68.4	3.5	20.8	24.3	35.52631579	64.47368
549.0	12.9	68.1	3.2	20.9	24.1	35.38913363	64.61087
549.0	13.6	72.5	3.4	21.6	25.0	34.48275862	65.51724
549.0	12.8	71.9	3.2	22.1	25.3	35.18776078	64.81224
549.0	12.9	69.0	2.9	21.7	24.6	35.65217391	64.34783
577.5	14.3	66.5	3.5	20.0	23.5	35.33834586	64.66165
577.5	12.3	89.9	3.2	23.8	27.0	30.03337041	69.96663
577.5	13.3	70.9	3.9	20.2	24.1	33.99153738	66.00846
577.5	13.5	72.8	4.1	20.6	24.7	33.92857143	66.07143
577.5	14.9	69.6	3.9	18.8	22.7	32.61494253	67.38506
577.5	14.7	73.3	3.6	20.2	23.8	32.46930423	67.53070
577.5	14.6	75.9	4.1	21.6	25.7	33.86034256	66.13966
577.5	14.4	70.6	3.2	21.6	24.8	35.12747875	64.87252
577.5	14.3	73.8	3.3	20.7	24.0	32.52032520	67.47967
577.5	14.4	73.6	4.2	20.0	24.2	32.88043478	67.11957
607.0	13.3	78.8	4.3	19.6	23.9	30.32994924	69.67005
607.0	11.9	92.3	3.5	18.9	22.4	24.26868906	75.73131
607.0	13.4	83.4	4.6	16.7	21.3	25.53956835	74.46043
607.0	13.4	77.5	3.9	21.3	25.2	32.51612903	67.48387
607.0	14.9	76.3	4.6	18.6	23.2	30.40629096	69.59371
607.0	13.9	74.2	3.7	20.0	23.7	31.94070081	68.05930
607.0	15.6	74.9	4.4	20.0	24.4	32.57676903	67.42323
607.0	13.0	82.1	3.6	21.4	24.0	29.23264312	70.76736
607.0	13.5	91.4	3.8	20.8	24.6	26.91466083	73.08534
607.0	13.3	79.5	4.1	18.9	23.0	28.93081761	71.06918
636.0	14.8	80.5	4.9	18.3	23.2	28.81987578	71.18012
636.0	15.4	87.1	4.4	19.1	23.5	26.98048220	73.01952
636.0	15.6	84.3	5.0	17.5	22.5	26.69039146	73.30961
636.0	14.3	79.2	4.7	19.3	24.0	30.30303030	69.69697
636.0	17.1	87.8	5.6	17.1	22.7	25.85421412	74.14579
636.0	14.3	74.0	5.1	15.9	21.0	28.37837838	71.62162
636.0	15.2	77.1	4.3	20.1	24.4	31.64721141	68.35279
636.0	14.4	76.7	4.8	16.0	20.8	27.11864407	72.88136
636.0	15.1	80.3	4.7	18.1	22.8	28.39352428	71.60648
636.0	13.1	75.8	4.3	20.8	25.1	33.11345646	66.88654
661.5	13.8	88.3	5.4	19.1	24.5	27.74631937	72.25368
661.5	14.8	62.7	4.5	20.2	24.7	39.39393939	60.60606
661.5	14.7	85.5	5.3	20.9	26.2	30.64327485	69.35673
661.5	14.7	80.9	5.6	18.0	23.6	29.17181706	70.82818
661.5	13.8	80.7	4.9	18.8	23.7	29.36802974	70.63197
661.5	14.5	79.7	5.7	18.9	24.6	30.86574655	69.13425

Ek Tablo 5'in devamı

661.5	14.3	87.8	4.8	19.2	24.0	27.33485194	72.66515
661.5	15.1	85.4	5.7	18.4	24.1	28.22014052	71.77986
661.5	13.8	82.6	5.9	18.6	24.5	29.66101695	70.33898
661.5	15.0	74.8	4.6	18.0	22.6	30.21390374	69.78610
686.5	16.6	82.5	6.7	15.3	22.0	26.66666667	73.33333
686.5	15.2	75.3	4.3	14.1	18.4	24.43559097	75.56441
686.5	17.1	81.4	6.4	13.7	20.1	24.69287469	75.30713
686.5	17.1	85.4	6.1	15.7	21.8	25.52693208	74.47307
686.5	17.1	84.5	7.7	14.4	22.1	26.15384615	73.84615
686.5	15.3	71.6	5.0	15.1	20.1	28.07262570	71.92737
686.5	15.4	76.9	6.1	12.9	19.0	24.70741222	75.29259
686.5	17.2	82.0	5.9	14.6	20.5	25.00000000	75.00000
686.5	16.2	91.7	6.5	17.0	23.5	25.62704471	74.37296
686.5	16.5	82.6	6.6	16.4	23.0	27.84503632	72.15496
716.5	17.5	95.4	9.3	12.5	21.8	22.85115304	77.14885
716.5	18.0	87.5	7.1	14.3	21.4	24.45714286	75.54286
716.5	17.7	78.1	6.2	12.9	19.1	24.45582586	75.54417
716.5	17.6	89.3	6.9	14.1	21.0	23.51623740	76.48376
716.5	17.7	79.6	7.1	11.2	18.3	22.98994975	77.01005
716.5	18.7	93.6	6.5	14.1	20.6	22.00854701	77.99145
716.5	18.7	88.6	7.0	14.3	21.3	24.04063205	75.95937
716.5	13.4	56.6	4.2	18.7	22.9	40.45936396	59.54064
716.5	17.8	86.3	6.8	13.9	20.7	23.98609502	76.01390
716.5	17.7	90.9	9.1	12.8	21.9	24.09240924	75.90759
751.5	17.7	95.7	7.3	13.2	20.5	21.42110763	78.57889
751.5	17.6	94.6	8.0	12.8	20.8	21.98731501	78.01268
751.5	17.6	93.1	8.6	11.2	19.8	21.26745435	78.73255
751.5	20.1	99.7	9.7	10.7	20.4	20.46138415	79.53862
751.5	16.5	97.3	7.6	14.7	22.3	22.91880781	77.08119
751.5	16.7	91.3	7.6	12.4	20.0	21.90580504	78.09419
751.5	17.6	92.0	6.9	13.3	20.2	21.95652174	78.04348
751.5	17.1	86.2	6.1	12.5	18.6	21.57772622	78.42227
751.5	15.6	84.1	6.5	11.8	19.3	22.94887039	77.05113
751.5	18.4	100.2	8.6	12.0	20.6	20.55888224	79.44112
790.0	19.6	100.7	8.8	9.3	18.1	17.97418073	82.02582
790.0	18.0	94.4	6.7	12.7	19.4	20.55084746	79.44915
790.0	18.2	103.0	9.9	9.9	19.8	19.22330097	80.77670
790.0	20.3	101.5	11.3	9.0	20.3	20.00000000	80.00000
790.0	18.6	88.7	8.7	8.4	17.1	19.27846674	80.72153
790.0	19.0	104.2	10.1	9.4	19.5	18.71401152	81.28599
790.0	17.3	88.3	9.0	7.1	16.1	18.23329558	81.76670
790.0	19.9	102.0	10.6	9.2	19.8	19.41176471	80.58824
790.0	19.6	100.0	9.9	10.1	20.0	20.00000000	80.00000
790.0	19.6	105.7	9.9	10.0	19.9	18.82686850	81.17313

Ek Tablo 6. Su sıcaklığının etkilerinin belirlenmesi çalışmasında değişken su sıcaklığı grubunda ölçülen günlük su sıcaklıkları (T; °C)

t (gün)	T (°C)	t (gün)	T (°C)	t (gün)	T (°C)	t (gün)	T (°C)
1	11.0	15	13.5	29	17.0	43	16.5
2	12.0	16	13.0	30	19.0	44	19.0
3	11.0	17	11.5	31	19.0	45	19.0
4	9.0	18	12.5	32	20.0	46	19.0
5	9.0	19	12.5	33	20.0	47	19.0
6	11.0	20	12.0	34	21.0	48	21.0
7	13.0	21	11.5	35	17.0	49	19.5
8	11.0	22	12.0	36	16.0	50	18.5
9	11.0	23	12.5	37	18.0	51	18.0
10	10.0	24	14.0	38	13.0	52	17.5
11	9.0	25	16.0	39	15.0	53	18.5
12	9.0	26	16.0	40	17.0	54	20.0
13	10.0	27	16.0	41	19.0	55	18.0
14	13.5	28	17.0	42	17.0	56	19.5

Ek Tablo 7. Su sıcaklığının etkilerinin belirlenmesi çalışmasında haftalık ölçülen çözünmüş oksijen (O₂; mg/l) ve pH değerleri

Periyot	O ₂ (mg/l)			pH		
	Değişken	16 °C	20 °C	Değişken	16 °C	20 °C
P1	12.1	9.7	8.6	8.10	8.18	8.24
P2	10.8	9.8	8.6	8.11	7.88	8.05
P3	10.6	9.4	8.6	8.11	7.86	7.98
P4	9.6	9.2	8.5	7.77	7.81	7.89
P5	9.4	9.6	9.1	8.24	8.33	8.37
P6	10.0	9.4	8.7	8.15	7.49	7.65
P7	9.1	9.2	8.7	8.05	8.04	8.27
P8	9.2	9.3	8.8	8.12	7.87	8.03

Ek Tablo 8. Su sıcaklığının etkileri çalışmasında kullanılan tekerrürlere ait ortalama ağırlık (W), boy (L) ve ağırlıkça spesifik büyüme oranı (SBO) değerleri

Tekerrür	W (g)			L (cm)			SBO		
	Değişken	16 °C	20 °C	Değişken	16 °C	20 °C	Değişken	16 °C	20 °C
a	55.94	58.49	50.40	16.76	17.24	16.24	1.32	1.42	1.16
b	57.38	58.16	52.42	16.91	17.04	16.38	1.38	1.40	1.20

Ek Tablo 9. Su sıcaklığının etkilerinin belirlenmesi çalışmasında hesaplanan yem tüketim oranları (FC)

Deney	Değişken	FC	
		16 °C	20 °C
1	1.51	2.48	1.41
2	2.64	3.11	2.36
3	2.29	3.13	1.78
4	1.52	2.96	1.82

Ek Tablo 10. Tuzluluğun etkilerinin belirlenmesi çalışmasında ölçülen günlük su sıcaklıkları (T; °C)

t (gün)	T (°C)	t (gün)	T (°C)	t (gün)	T (°C)
1	10.0	15	4.0	29	14.0
2	10.0	16	8.0	30	11.5
3	10.0	17	10.0	31	11.0
4	8.0	18	13.0	32	10.0
5	10.0	19	13.0	33	11.5
6	11.0	20	14.0	34	11.5
7	11.0	21	11.5	35	13.0
8	8.5	22	14.0	36	13.0
9	9.0	23	15.0	37	13.0
10	10.0	24	15.0	38	13.0
11	8.5	25	13.0	39	13.0
12	10.0	26	13.0	40	16.0
13	11.0	27	15.0	41	16.5
14	8.5	28	15.0	42	17.0

Ek Tablo 11. Tuzluluğun etkilerinin belirlenmesi çalışmasında kullanılan tekerrürlere ait ortalama ağırlık (W), boy (L) değerleri

Tekerrür	W (g)				L (cm)			
	Tatsız	%9-10	%15-16	%23-24	Tatsız	%9-10	%15-16	%23-24
a	64.88	66.98	53.37	40.84	18.26	18.33	17.24	16.58
b	62.32	68.78	55.33	44.86	17.98	18.58	17.31	16.75

Ek Tablo 12. Farklı tuzlulukta büyütülen kaynak alabalıklarının yem tüketim oranları

T (°C)	Tekerrür	Tatlısu	% 9-10	% 15-16	% 23-24
7	a	1.34	2.11	0.85	0.45
	b	1.41	2.32	0.96	0.49
13	a	1.34	1.85	0.79	0.34
	b	1.46	1.96	0.87	0.51
17	a	2.08	2.15	1.91	0.91
	b	2.41	2.33	2.19	1.07

Ek Tablo 13. Farklı tuzlulukta büyütülen kaynak alabalıklarının tüm çalışma boyunca belirlenen yem değerlendirme oranları

Tekerrür	Tatlısu	% 9-10	% 15-16	% 23-24
a	1.43	1.25	2.12	3.10
b	1.19	1.05	1.52	3.80

Ek Tablo 14. Kaynak alabalığının 16°C ve 20°C'deki oksijen tüketimi (mgO₂/kg/saat) değerleri.

T (°C)	16 °C		20 °C	
	Tekerrür		Tekerrür	
t (saat)	a	b	a	b
0.00	140	142	204	238
0.00-0.33	160	192	230	291
0.33-0.66	385	389	384	400
0.60-1.00	423	441	614	642
1.00-2.00	375	385	480	536
2.00-3.00	319	333	453	511
3.00-4.00	266	309	400	460
4.00-5.00	241	269	344	410
5.00-6.00	227	231	292	332

Ek Tablo 15. Farklı büyüklükteki kaynak alabalıklarının 17°C'deki oksijen tüketimi (mgO₂/kg/saat) değerleri.

W (g)	<u>25.5±4.9</u>		<u>64.0±7.7</u>	
	Tekerrür		Tekerrür	
t (saat)	a	b	a	b
0	130	138	129	137
1	388	410	344	410
2	469	501	426	452
3	413	435	313	393
4	188	198	187	201
6	113	181	141	151
7	85	91	140	152
9	81	137	141	151
10	108	134	-	-
12	85	91	135	153
13	85	91	139	151
14	85	91	117	125
16	132	154	123	219
17	170	180	189	245
19	94	185	138	216
20	98	160	146	172
22	81	137	240	275
23	128	136	195	207

ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Ordu - Perşembe'de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Perşembe'de imamladıktan sonra Devlet Parasız Yatılı Okullar Sınavı ile İstanbul - Ortaköy Denizcilik Meslek Lisesi'ni kazandı ve 1987 yılında Gemi Elektroniği ve Haberleşme Bölümü'nden mezun oldu. Aynı yıl KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu'nu kazandı ve 1991'de mezun oldu. 1993 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Ana Bilim dalı'nda Yüksek Lisans'a başladı. "Pasifik Kefali (*Mugil cephalus*, Basilewsky, 1855)'nin Biyo-ekolojik Özelliklerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma" adlı yüksek lisans tezini 1996'da tamamlayarak Balıkçılık Teknolojisi Yüksek Mühendis oldu.

1994 - 2001 yılları arasında KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak çalıştı.

Evli ve bir çocuk babası olan Nadir BAŞÇINAR İngilizce bilmektedir.