

**Research Paper / Araştırma Makalesi**

**Karadeniz Alabalığının (*Salmo trutta labrax* L.) Yetiştiriciliği ve Balıklandırma Potansiyeli**

İlker Zeki Kurtuluş<sup>1</sup> Mehmet Salih Çelikkale<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 53100, Rize

<sup>2</sup>İstanbul Aydın Üniversitesi, 34100, İstanbul

**ÖZET**

Çalışmada, Karadeniz alabalıklarının deniz suyu adaptasyonunda fizyolojik tepkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Kasım ayında 11 aylık yaşta balıkların iki benzer grupta deniz suyuna muamelesinden sonra, balıkların bireysel adaptasyon başarısı morfolojik olarak incelenmiştir. Smoltifikasyon başarısının belirlenmesi için, balıklar parr markalarının durumuna göre sınıflandırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda, Karadeniz alabalıklarının 11,5 cm boydan itibaren smoltifikasyon başarısı gösterdikleri tespit edilmiştir.

Deneme grubu balıklar ortalama 11 cm boy ve 11,6 g olacak şekilde, rastgele iki eşit gruba ayrılmışlardır. Her iki grup Kasım-Nisan Karadeniz tuzluluğunda ve tatlı suda beslenmişlerdir. 5 ay süre ile izlenen balıklarda deniz suyu grubunda 15,8±2,79 cm, tatlı su grubunda 16,1±2,05 cm boy ortalamasına ulaşılmıştır.

%18 tuzluluğa maruz bırakılan gerekli boyun üzerindeki balıkların kan plazma sodyum ve klor iyonları seviyesi ilk 3 günde ani bir artış gözlenirken, 7. günden itibaren durağanlık kazanmıştır. Potasyum iyonu seviyesi 17. güne kadar azalmış, bu günden sonra sabitlenmiştir. Balıklar okyanus tuzluluğuna (%30) maruz bırakıldıklarında, kan plazması iyon seviyelerinin 14. günden itibaren sabit düzeye ulaştığı tespit edilmiştir. Deniz suyuna adaptasyon sürecinde, %18 tuzlulukta herhangi bir ölüm gözlenmezken, %30 tuzlulukta toplamda %10 ölüm oranı gözlenmiştir.

Sonuç olarak, 11,5 cm boy grubunun üzerinde Karadeniz alabalığının %18 tuzluluğa adaptasyonunun başarılı olabileceği, fizyolojik adaptasyon süresinin 17 gün sürdüğü belirlenmiştir. Karadeniz alabalığının deniz suyuna saliverilmesi uygulamalarında, belirlenen bu boy grubunun üzerindeki balıkların 17 günden daha fazla adaptasyon süresi tercih edilirse, saliverilen balıkların rekabet gücü ve yaşama oranı artacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Karadeniz alabalığı, *Salmo trutta labrax*, Deniz ekotipi, Döl verimi, Büyüme, Smoltifikasyon

**ABSTRACT**

**Culture and Releasing Potentials of Blacksea Sea Trout (*Salmo trutta labrax* L.):** In this study, physiological reaction of the Black Sea trout was aimed to identified, during the Black Sea transferring period to Black Sea (18‰). After salty water treatment of the two similar groups in November, individual morphometric adaptation success was identified. Fish in both groups were sorted evaluated fish parr marks formations, because of smoltification adaptation success. As a result of the analysis, it was observed that Black Sea trout could be successful after total length of 11.5 cm.

Experimental fish group, measured as 11 cm mean length and 11.6 g mean weighed were divided two similar groups randomly. Both groups were fed under the Black Sea salinity and fresh water condition during the November-April period. At the end of the five month feeding period, mean lengths were reached to 15.8±2.79 cm in seawater, 16.1±2.05 cm in fresh water conditions.

During the exposure of the required size fish to 18‰ salinity, blood plasma sodium and chlorine ion concentrations were increased in first 3 days, then stabilized after 7th day. Blood potassium ion concentration were decreased until 17th day, then stabilized. When fish were exposed to ocean salty water (30‰), blood ion concentrations were relatively stabilized after 14th day.

During the salty water adaptation period, there is no mortality under 18‰ salty water, but totally 10% mortality was observed in 30‰ salty water exposures.

As a conclusion, it was determined that Black Sea trout bigger sized than 11.5 cm length could be adapted to Black Sea salinity (18‰), and physiologic adaptation duration could be reached to 17 days. During the releasing applications to the marine water of the Black Sea trout, if 17 day adaptation period of the identified minimum capable sized fish are taken in to consideration, groups' competition ability and survival rate will be increased.

**Keywords:** Blacksea sea going trout, *Salmo trutta labrax*, Marine ecotype, Fecundity, Growth, Smoltification

**GİRİŞ**

Kahverengi alabalıklar, tatlı su ve deniz (daha ziyade acı su) arasında fırsatçı göç davranışına sahip bir Salmonidae türüdür. Farklı çevre şartlarına yüksek adaptasyon kabiliyetine sahiptirler. Kahverengi alabalık, bütün Avrupa kıtasında birçok farklı formda yaygın olarak bulunmaktadır (Baglinière, 1999). Anadrom form, Beyaz Deniz, Ceskaya Körfezi, Baltık Denizi, Kuzey Denizi, İrlanda Denizi, İngiliz Kanalı, Atlantik Okyanusu, Biskay Koyuna kadar, Karadeniz, Hazar Denizi ve Aral Denizi'nde dağılım göstermektedir (Muir ve Roberts, 1993; Arslan ve ark. 2000).

Kahverengi alabalıklar balıklandırma amaçlı olarak ilk kez 19. yüzyılın ortalarında Fransa'da doğaya salınmaya başlandığı bilinmektedir. Bundan sonra 1952-69 arasında Dünya çapında birçok uygulama

gerçekleştirilmiştir (MacCrimmon ve Marshall, 1970). Çevresel şartlara kolay adaptasyon kabiliyeti bu uygulamaları kolaylaştırmıştır. Kahverengi alabalığın yayılımında en önemli belirleyici faktör su sıcaklığı olmuştur (Baglinière, 1999).

Doğu Karadeniz'de denize ulaşan akarsularda var olan ve Karadeniz'e göç eden alabalıklar Karadeniz alabalığı (=Çoruh alabalığı) (*Salmo trutta labrax* = *Salmo coruhensis*) olarak isimlendirilmişlerdir (Tabak ve ark., 2001; Turan ve ark., 2009; Bayçelebi ve ark., 2015).

Gün uzunluğunun Atlantik salmon yavrularında deniz suyuna (%28, %35 ve %40) adaptasyonda farklılaşmaya neden olduğu bilinmektedir (Björnsson ve Ark., 1998). Bunun yanında su kalitesinin ve

balık büyüklüğünün de smoltlaşma başarısında önemi rolü vardır (Ugedal ve ark., 1998; Damsgård ve Arnesen, 1998; Finstad ve Ugedal, 1998).

Atlantik salmonu yavrularının deniz suyuna transferinde transferden sonra fizyolojik baskı sonucu yem alımındaki azalma, balıkların sosyal etkileşimde davranış bozulmasını tetiklediği bildirilmiştir. Yapılan çalışmalar deniz suyuna tedrici geçiş, olası stresli süreci kolaylaştıracağına ortaya koymuştur (Damsgård ve Arnesen, 1998).

Samonidlerde yükleme ve nakil sırasında stres oluşmaktadır. Plazma kortizol konsantrasyonları nakil sürecinin 1. saatinin sonunda normal değerlerin 15 katına kadar yükselebilmektedir. Tatlı su ve deniz suyunda nakledilen balıklarda bu stresli süreç nakilden sonraki 24. ve 28. saatlere kadar devam etmektedir (Iversen ve ark., 1998). Bazı salmonid smoltları (*Salmo salar*, *Salmo trutta*, *Salvelinus alpinus*) denize göçlerinde solungaç Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-ATPase aktivitesi ve plazma klor iyon konsantrasyon değişimi incelendiğinde, deniz alabalıklarının Atlantik salmonu ile benzer değerler gösterirken, her iki tür bireylerinin Alp alarlarından daha başarılı bir hipozmoregülasyon başarısı gösterdikleri tespit edilmiştir (Lysfjord ve Staurnes, 1998). Doğal kahverengi alabalıklarda ilkbaharda denize (%28) göç eden balıklarda yapılan çalışmada, smoltifikasyon sürecinde, plazma ozmolalitesi, kas su içeriğinin ve plazma toplam magnezyum iyon konsantrasyon değişimine bakılarak, solungaç ve böbrek dokularında bağımsız bir gelişim sürecinin gerçekleştiği ortaya konulmuştur (Nielsen ve ark., 1999). *S. trutta* bireylerinin deniz suyuna göçlerinde, kontrollü kuluçkahane bakımının parr-smolt dönüşümüne olumlu katkısı ispatlanmıştır (Sundel ve ark., 1998).

Bu çalışmada, doğadan yakalanan damızlık balıklardan üretilen birinci nesil Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) bireylerinin deniz suyuna transferine başarılı boy grubunun belirlenmesi ve kan parametrelerinin seyrine göre deniz suyuna nakilden balıkların adaptasyon sürecinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOD

Çalışma Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Biyo-Deney Ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Kuzey-Doğu Anadolu'nun Karadeniz'e akan nehirlerinden "Karadeniz Alabalığının Biyoeolojik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Kültür Potansiyelinin Belirlenmesi" projesi kapsamında temin edilen damızlık balıklardan üretilen birinci nesil deniz alabalık (*Salmo trutta labrax*) bireyleri denemelerde kullanılmıştır.

Yavru balıkların bakım ve adaptasyonları 115x115x50 cm ebatlarındaki fibreglass tanklarda gerçekleştirilmiştir. Tatlı su içme suyu şebekesinden doğrudan, deniz suyu ise 36 m derinden alınan ve mekanik filtrasyon ile UV dezenfeksiyondan geçirilerek kullanılmıştır. Tanklara akan suyun debisi standart olarak 16 ltdk<sup>-1</sup> olarak ayarlanmıştır. Balıkların tank dışına sıçramalarının önlenmesi için tank üzeri balıkların gözlenmesini engellemeyecek ağ ile kaplanmıştır.

Henüz deniz suyu ile tanıştırılmamış olan bireyler tanklara 100 adet/tank olarak yerleştirilmiştir. Balıkların beslenmesinde 1, 1,5, 2, 3 ve 4 mm ticari alabalık yemleri (%48 protein, %18 ham yağ, %11 ham kül) kullanılmıştır.

Deniz suyuna adaptasyon başarısının belirlenmesi için 11 aylık yaştaki yavrular, daha önce yürütülen proje çalışmasında doğal balık örneklemelerinden edinilen bilgiler doğrultusunda, balıklar kabaca üç farklı boya ayrılmıştır (sırasıyla 7,0, 11,2 ve 15,0 g).

Denemeler Aralık 2001 tarihinde başlatılmıştır. İlk denemede, farklı boydaki balıklar Karadeniz tuzluluğuna yerleştirilmiştir. Bu deneme sonunda, parr-smolt değişimi görsel olarak değerlendirilip, deniz suyuna adaptasyon gösterebilecek en küçük boy grubunun tespiti gerçekleştirilmiştir.

İkinci denemede belirlenen boy grubuna yakın (ortalama 11,2 g) 400 balık Karadeniz tuzluluğuna (%18) maruz bırakılmışlardır. Her iki gruptan da 0., 3., 7., 17., 24., 31., 38., 45. ve 52. günlerde, 5'er adet birey 45 ppm Tranquil ile anestezide alındıktan sonra kan örnekleri kuyruk sapı kesilerek hematokrit çubukları ile kan örnekleri alınmıştır. Kanda hematokrit oranları 5000 devir/dak ile 5 dakika santrifüj edildikten sonra % olarak belirlendikten sonra kan serumları balıklara göre ependorf tüpler içerisinde (-20)°C'de muhafaza edilmiştir (Iversen ve ark., 1998). Bu çalışmadan sonra 25'er balık hem Karadeniz tuzluluğuna, hem de suni olarak ticari deniz tuzu (*Ocean Salt*<sup>®</sup>) ile okyanus tuzluluğuna (%30) ayarlanmış konsantrasyonuna maruz bırakılmışlardır. Bu denemelerde su değişimi yapılmamış olup havalandırma ile tank oksijen seviyesi ayarlanmıştır. Kan örneklemeleri bir önceki denemeden önce benzer olarak gerçekleştirilmiştir. Her iki uygulamada da balıklar 2 mm ticari alabalık yemiyle yemlenmişlerdir.

Çalışma sonunda, bütün örneklerin potasyum (K<sup>+</sup>), sodyum (Na<sup>+</sup>) ve klor (Cl<sup>-</sup>) iyon konsantrasyon değerleri özel bir tıp merkezinde "COBAS INTEGRA 800" marka radiometre cihazında, iyon analiz yöntemiyle belirlenmiştir. Yeterli kan serumu bulunmayan örnekler belirli oranlarda (1/1-1/5) deiyonize suyla seyreltilerek analize alınmışlardır. Kan plazması sodyum, potasyum ve klor iyonu konsantrasyonları mMol/L cinsinden okuma yapılmıştır.

Örneklenen balıkların baş, iç organlar, derisi ve kemiksi yapıları ayrılan balıkların homojenize edilen kas numunelerinde kuru madde, kül ve yağ konsantrasyonları belirlenmiştir.

Deneme süresince deniz suyunda ve tatlı su da (kontrol grubu) muamele edilen balıkların etlerinde kuru madde ve yağ tayinleri Enstitü kimya laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Balık ağırlıkları (±0,01) g hassasiyetli Sartorius terazi ile, boyları (±0,01) cm ölçekli boy Von Bayer teknesi yardımıyla belirlenmiştir (Piper ve ark., 1982).

Kuru madde oranı 105°C de kurutulup desikatörde 30 dakika soğutulduktan sonra tartılmıştır. Yağ analizi ise Soxhlet sisteminde eter ekstraksiyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir.

Denemelerden elde edilen verilerin analizinde ve grafiklerin hazırlanmasında Statistica (temel istatistik, t-testi, ANOVA), Excel bilgisayar paket programları kullanılmıştır.

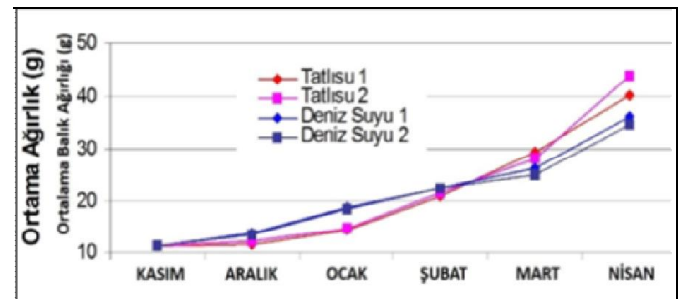
## BULGULAR

Denemeler, hedef bölgede balık göçlerinin de yoğun olduğu mart ayı deniz suyu sıcaklığına benzer olarak 10±3.1°C su sıcaklığında (Tabak ve ark., 2001) gerçekleştirilmiştir. Su kalitesine dair yapılan analiz sonuçları Tablo 1.de verilmiştir.

**Deniz suyunun büyümeye etkisi:** İlk periyotta deniz suyu grubunun bir tankında, deri üzerinde lezyon, yüzgeç diplerinde kızarıklık ve ağız etrafında kızarıklıklar üzerine yapılan laboratuvar çalışmasında *Vibrio sp.* izole edilmiştir. Oksitetrasiklin banyo uygulamasına (100 ppm) karşın 3. gün sonuna kadar 10 adet deneme balığı ölmüştür. İkinci periyotta ise aynı grupta tekrarlayan semptomlar sonucunda 15 balık ölmüştür. Antibiyotik uygulaması tekrarlanmış ve balık ölümü engellenmiştir. Balık ağırlıkça büyüme performansları Şekil 1.'de, boyca büyüme performansı Şekil 2.'de verilmiştir. Çalışmada elde edilen gruplara göre yem değerlendirme değerleri Tablo 2. de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan su kaynaklarının fiziksel ve kimyasal parametreleri.

Fiziksel ve kimyasal parametreler	Deniz suyu	Tatlı su
pH	7,56	7,97
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	9,0	8,7
Organik madde (mg/L)	9,52	2,16
O-Fosfat (mg/L)	2,16	0,01
Sülfat (mg/L)	0,7	13
Nitrit-N (mg/L)	0,004	0,005
Tuzluluk (‰)	18	-

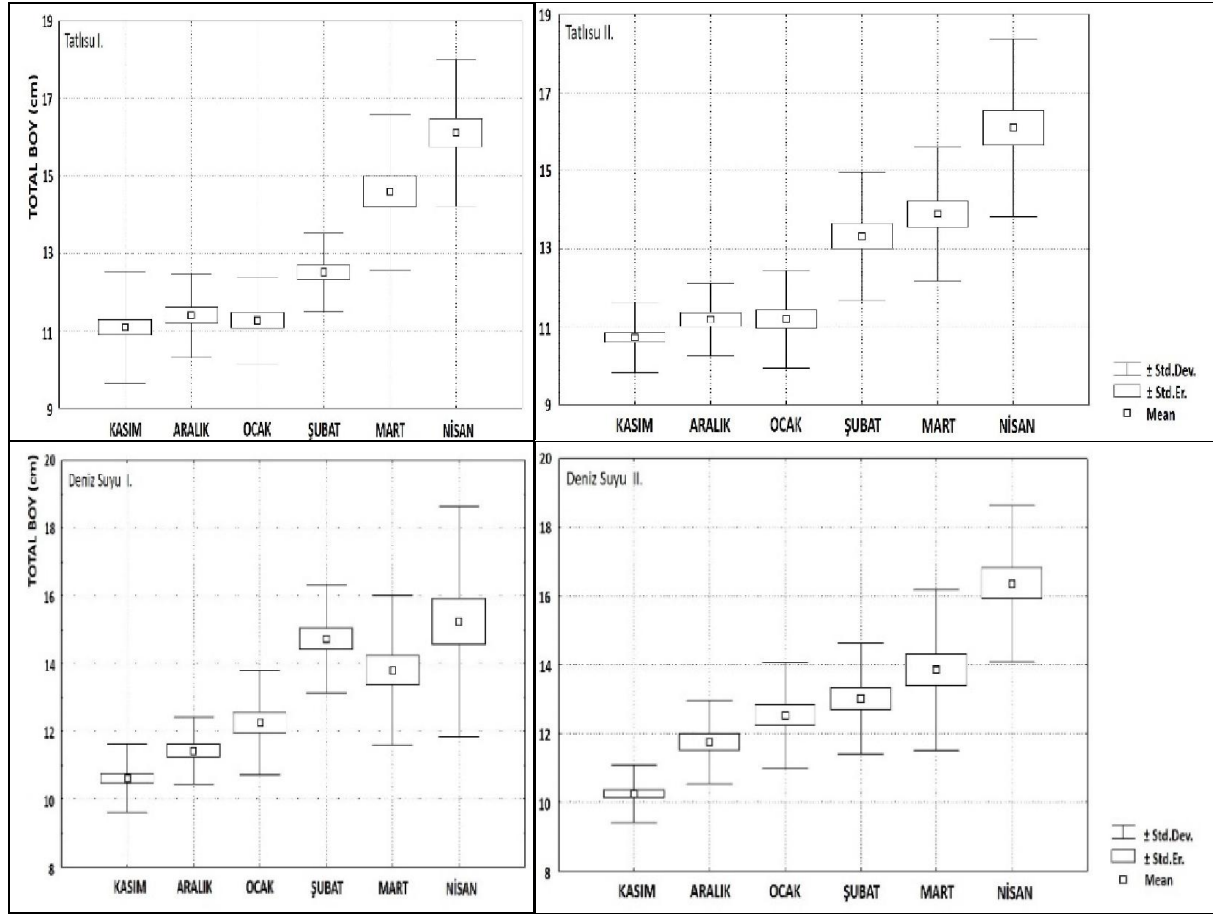


Şekil 1. Deneme boyunca grupların ağırlıkça büyüme performansları

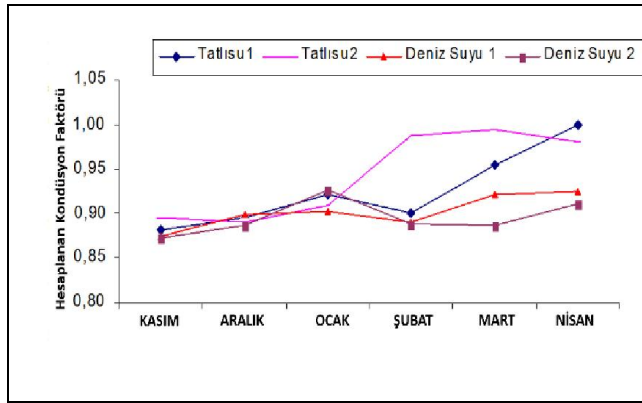
Tablo 2. Gruplara göre yem değerlendirme değerinin periyotlara göre değişimi.

Aylar	Tatlı su 1	Tatlı su 2	Deniz Suyu 1	Deniz Suyu 2
Ocak	2,4	3,5	1,4	1,5
Şubat	1,0	0,9	2,0	1,8
Mart	0,6	1,0	1,9	2,5
Nisan	0,9	0,6	1,3	1,3

Gruplarda hesaplanan kondisyon faktörü değişimi Şekil 3.'de, spesifik büyüme oranı (% gün<sup>-1</sup>) değişimi Tablo 3.'te verilmiştir



Şekil 2. Deneme süresince gruplar arasındaki boyca büyüme oranları



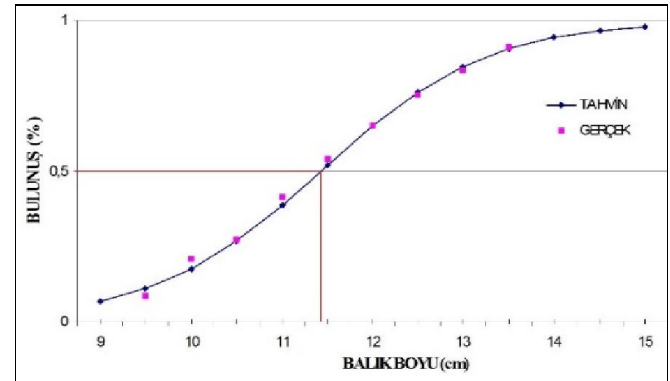
Şekil 3. Grupların zamansal kondisyon faktörü değişimi.

**Smoltifikasyon:** Parr lekesine bakılarak balıkların smoltlaşma başarıları Şekil 4.'te verilmiştir. Bu değerlendirmeye göre %50'sinin smoltlaşabildiği boy aralığının 11,25-11,50 cm olduğu tespit edilmiştir

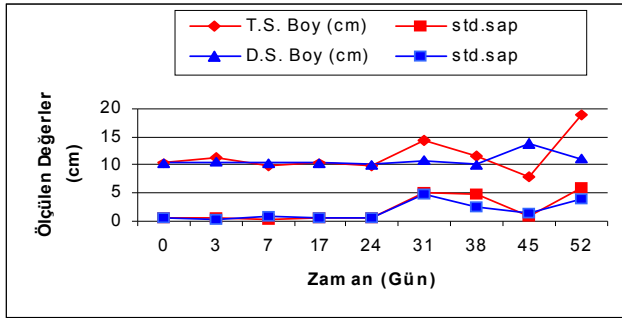
**Smoltifikasyon sürecinin izlenmesi:** Deneme ortamına yerleştirilen balıklarda Tatlı su grubu ve %18 tuzlu suda 52 gün boyunca ölüm gözlenmemiştir. Çalışmada örneklenen balık boy dağılımı Şekil 5.'te, balık eti kuru madde ve yağ içeriği değişimi Şekil 6.'da ve örneklenen balıkların kan çalışmaları bulguları Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmiştir.

Tablo 3. Gruplara göre Spesifik Büyüme Oranı (% gün<sup>-1</sup>) değerlerindeki değişim.

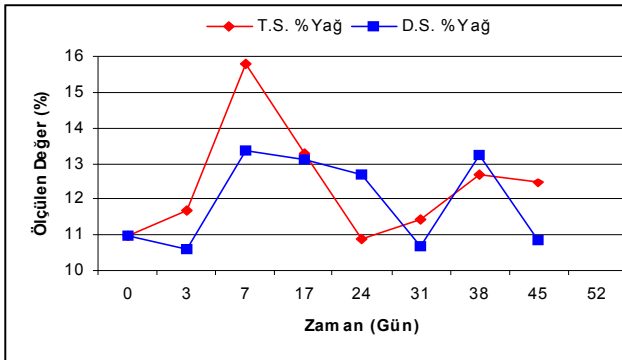
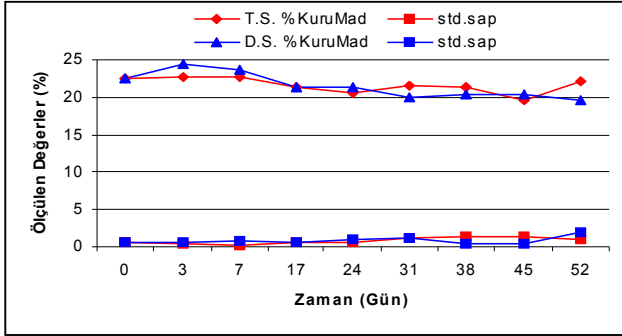
Aylar	Tatlı su 1	Tatlı su 2	Deniz 1	Deniz 2
Kasım	0,10	0,25	0,66	0,57
Aralık	0,67	0,64	1,04	1,08
Ocak	1,26	1,24	0,59	0,64
Şubat	1,14	0,93	0,53	0,40
Mart	1,03	1,47	1,08	1,06



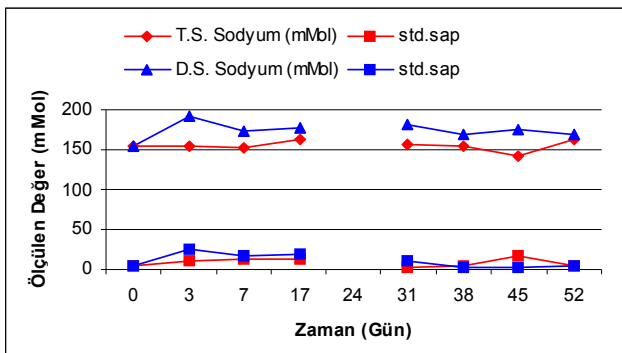
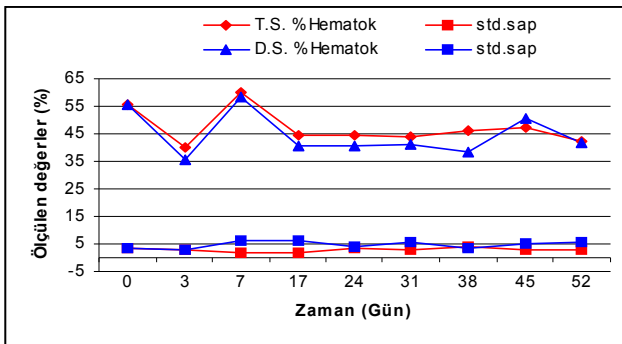
Şekil 4. Karadeniz tuzluluğuna (%18) maruz bırakılan 11 ay yaşındaki balıkların asgari smoltlaşma boyu tespiti.



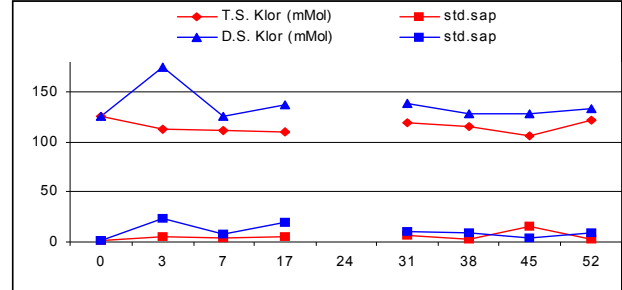
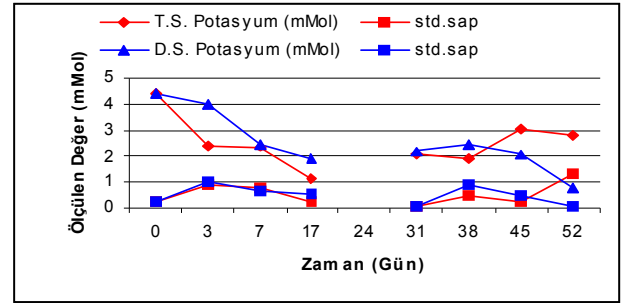
Şekil 5. Deneme süresince örneklenen balıkların boy ortalamaları.



Şekil 6. Deneme süresince örneklenen balıklarda balıkteninin kuru madde oranları ve yağ oranları değişimi.

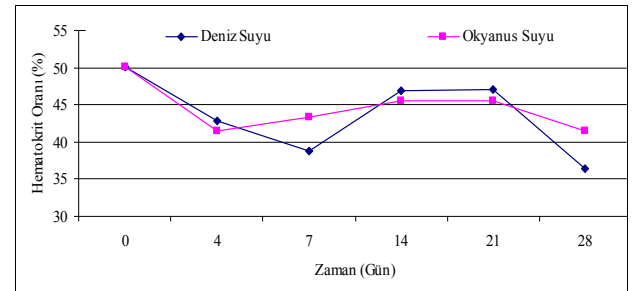


Şekil 7. Deneme süresince tatlı su ve deniz suyunda muhafaza edilen balıkların kan hematokrit (Üst) ve kan plazması sodyum iyonu konsantrasyonu (Alt) değişimi.

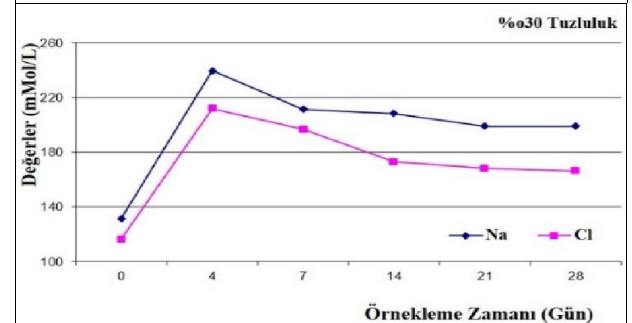
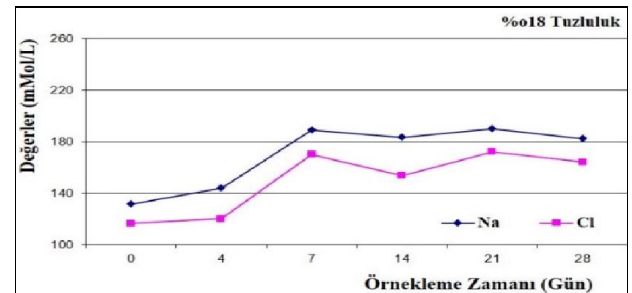


Şekil 8. Deneme süresince tatlı su ve deniz suyunda muhafaza edilen balıkların kan plazması potasyum (Üst) ve kan plazması klor (Alt) iyon konsantrasyonu değişimi.

İlk denemenin sağlama olarak planlanan deniz tuzluluğu (%18) ve okyanus tuzluluğu (%30) denemesinde grupların hematokrit oranları, kan plazması sodyum-klor iyonları, potasyum iyonu konsantrasyonları değişimi Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11.'da verilmiştir.

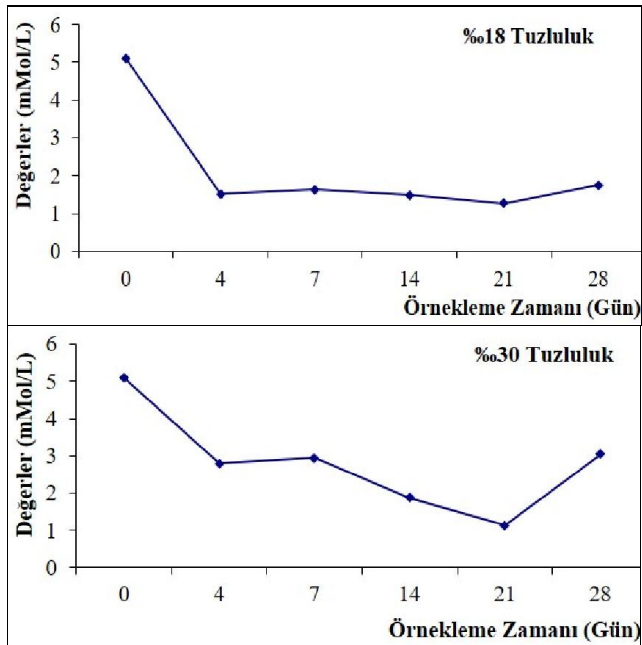


Şekil 9. Sağlama denemesinde hematokrit oranları değişimi.



Şekil 10. Sağlama denemesinde Karadeniz (Üst) ve okyanus (Alt) tuzluluğunda sodyum ve klor iyon konsantrasyonları değişimi.





Şekil 11. Sağlama denemesinde sodyum ve potasyum iyon konsantrasyonları değişimi.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

**Tatlı Su ve Deniz Suyunda Gelişim:** Araştırmada doğadan temin edilen damızlıkların birinci nesil yavruları kullanılmıştır. İlk denemede deniz suyunda ve tatlı suda bakılan balıkların gelişim performansları irdelenmiştir.

Çalışma gruplarda eşit ağırlık ortalamasıyla (11,2 g) başlatılmıştır. Araştırma sonunda Tatlı su gruplarında 16,1±1,86 cm ve 16,1±2,24 cm bulunurken, deniz suyu grubunda 15,2±3,33 cm ve 16,4±2,24 cm boya ulaşılmıştır. 4 su kaynağında tatlı su ve deniz suyu grubunda sırasıyla 40,1±17,33 g, 43,8±17 g ve 36,2±17,6 g ve 34,71±17,1 g değerlerine ulaşılmıştır. Her iki farklı su ortamında hesaplanan spesifik büyüme oranı (% gün-1) değerleri tatlı su grubu lehine yüksek bulunmuştur (Tatlı su grubunda 1,03-1,47, deniz suyu grubunda 1,06-1,08).

Deneme boyunca, tatlı su grubunda yem değerlendirme değerleri 0,6-3,5 arasında değişirken, deniz suyu grubunda değerler 1,3-4,4 arasında değişmiştir. Birim ağırlık başına yem tüketim değerine bakıldığında tatlı su grubunda çalışma sonunda 0,8-1,1 g yem/kg canlı ağırlık değerleri elde edilirken, deniz suyu gruplarında yem tüketimi 1,1 g yem/kg olarak bulunmuştur. Araştırmada son periyot ölçümlerinden elde edilen kondisyon faktörleri tatlı su grubunda nispeten daha iyi bulunmuştur (Tatlı su grubu kondisyon faktörü değerleri 0,98-1,00, deniz suyu grubu kondisyon faktörü değerleri 0,91-0,93).

Triploid Atlantik salmon ile kahverengi alabalık hibritlerinin deniz suyu performanslarının irdelendiği çalışmada, Hibritlerin kondisyon faktörü 1,08 bulunurken triploid çaprazlamada 1,07 değerine ulaştığı bildirilmiştir. Çalışma boyunca elde edilen spesifik büyüme oranı (% gün-1) diploid grupta 0,42±0,013 ve triploid grupta 0,41±0,016 olarak hesaplanmıştır. Kondisyon faktörü değerleri ise sırasıyla 0,88±0,010 ve 0,90±0,009 olarak hesaplandığı bildirilmiştir. Diploid grup 760±32,5 g ağırlığa ve 43,8 cm boya ulaşırken triploid 1010±81,6 g ağırlığa ve 46,7±1,36 cm boya ulaşmışlardır. Hasat ağırlıkları arasında yapılan istatistiksel incelemede, farklılığın triploid grup lehine önemli olduğu tespit edilmiştir. Diploid grubun yaşama oranı triploid gruba nazaran düşük gerçekleşmiştir (Sırasıyla %43 ve %48) (Galbreath ve Thorgaard, 1997).

Kahverengi alabalıkların düşük su sıcaklığı şartlarında, kuluçkahane orijinli 1+ ve 2+ balıklar arasındaki farklılıkları ele almışlardır. Her iki yaş grubu alabalıklar da gündüz ve gece boyunca yemlenmişlerdir, fakat yemlenmeyen balıkların oranları 1+ yaşlı balıklar arasında daha fazla gözlemlenmiştir. Yemlenen balıkların çoğu gün aydınlığı saatlerinde yem aldıkları kaydedilmiştir. Gündüz yemlenmenin genellikle 2+ yaşlı balıklarda yaygın olduğu, fakat çalışmanın başlangıcında, gün aydınlığı saatlerinde de 1+ yaşlı alabalıklar arasında baskın olduğu gözlemlenmiştir. Her iki yaş grubu balıklarda, fotofaz sırasında günlük rasyonlarının %60'ından fazlasını tükettiklerinde, gün ışığında yem alımı gece yem alımından daha fazla olduğu sonucuna varmışlardır (Pirhonen ve ark.,1997).

Kahverengi alabalıklarda (*Salmo trutta*) sınırlı yemlemenin büyüklük farklılaşmasına, yem tüketimine, vücut kompozisyonuna, büyümeye ve smoltlaşmaya etkilerini irdelemişlerdir. Spesifik büyüme oranı (% gün-1) haftada iki kez (TW) yemlenen balıklarda 0,10 -1,08 arasında değişim gösterirken, günde bir kez (OD) yemlenen balıklarda haftada iki kez yemlenenlerden nispeten yüksek olacak şekilde 0,10-1,25 arasında bir değişim göstermiştir. Kontrol grubunda (C) ise değişim 0,07-1,27 arasında değişim gösterip, tüm gruplardan yüksek bulunmuştur. Çalışma içerisinde kondisyon faktöründe farklılaşmalar olmakla birlikte, çalışma sonunda her üç grupta da benzer kondisyon faktörü değerlerine ulaşılmıştır. TW, OD ve C balıkların canlı ağırlık ortalamaları sırasıyla 19,3±0,47 g, 18,8±0,14 ve 19,3±0,12 g iken çalışma sonunda sırasıyla 63,08±8,12 g, 75,19 g ve 104,7±0,44 g değerleri tespit edilmiştir. Ulaşılan son kondisyon faktörü değerleri ise 1,22±0,002, 1,23 ve 1,21±0,002 olarak tespit edilmiştir. Gruplarda yem değerlendirme değerleri 1,30±0,2, 1,14±0,1 ve 1,0±0,3 olarak tespit edilmiştir. Haftada iki kez yemleme çalışmanın tatlı su ve deniz suyu gruplarında kas su içerikleri oranları sırasıyla 77,8±0,15, 77,9±0,09, 73,6±0,57 ve 73,9±0,58 olarak belirlenmiştir. Grupların kontrol gruplarıyla istatistiksel bir farklılıkları bulunmamıştır (Pirhonen ve Forman, 1998).

Baltık salmonsu (*Salmo salar*) ve kahverengi alabalığın beslenme zamanlaması irdelemişlerdir. Çalışma başında, kahverengi alabalığın tekli yetiştiriciliğinde 0,55±0,15 g/kg, birlikte yetiştiricilikte 0,63±0,17 g/kg yem alabildikleri, gündüz ise sırasıyla 0,73±0,14 g/kg ve 1,00±0,53 g/kg yem tükettikleri görülmüştür. Çalışma sonunda tekli yetiştiricilik grubundaki balıklar gece 0,43±0,09 g/kg ve gündüz 1,73±0,12 g/kg yem tüketirken birlikte yetiştiricilik grubu balıklar gece 0,40±0,37 g/kg ve gündüz 2,04±0,55 g/kg yem alabilmişlerdir. Baltık salmonsunun günlük yem tüketimi tekli yetiştiricilikte %66-87 arasında değişirken kahverengi alabalıklarda %69-85 arasında değişmiştir. Birlikte yetiştiricilik gruplarında değişim Baltık salmonsunda %57-88 arasında, kahverengi alabalıkta %55-85 arası bir değişim gözlenmiştir (Jobling ve ark., 1998).

Dört farklı tür Salmonid türünün büyüme oranlarını karşılaştırılmasında. Tatlı su koşullarında, diğer iki türün yanında Atlantik salmonsu ve deniz alabalığının büyümesi yavaş şekillendiği görülmüştür. Deniz suyu ortamında deniz alabalığının büyümesi nispeten yavaş bulunmuştur. 27 aylık bir deneme sonunda balıkların 2 kg ağırlığa ulaşabildiği bildirilmiştir. Bununla birlikte deniz alabalığının fileto kalitesinin diğer türlere nazaran oldukça iyi olduğu belirtilmiştir. Deniz alabalığı 30 g'dan kesim ağırlığına (2,0 kg ağırlığa) tatlı suda 16 ayda ulaşırken, deniz kafeslerinde 27 ayda ulaşmıştır (Gjedrem ve Gunnes, 1978).

Çalışmamızda kondisyon faktörü Kasım, Aralık ve Ocak aylarında deniz ve tatlı su grubu için benzer seyretmekteyken, Ocak ayından sonra tatlı su grubunda bariz bir iyileşme olmuştur (tatlı su gruplarında 1,00±0,050 ve 0,98±0,050, deniz suyu gruplarında 0,93±0,147 ve 0,91±0,070). Tatlı su grubunun kondisyon faktörü, çalışma sonunda deniz suyu grubundan nispeten daha iyi bulunmuştur. Ancak, yapılan istatistiksel analizde gruplar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Çalışmada ulaşılan maksimum değerler bakımından Galbreath ve Thorgaard (1997)'in bulgularıyla paralellik gösterirken, ortalama değerler açısından araştırmacıların değerlerinden nispeten yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni kuvvetle muhtemelen su sıcaklığı ortalamaları ve yem kalitesinden kaynaklanmıştır.

Bu çalışmada elde edilen yem değerlendirme değeri tatlı su grupları için 0,9-3,5 arasında değişirken, deniz suyu grubunda 1,3-4,4 arasında değişim göstermiştir. Yüksek değerler deniz suyuna ilk transferden sonra gerçekleşirken, yem değerlendirme değerleri çalışmanın ilerleyen periyotlarında sabit bir çizgi izlemeye başlamıştır. Bu değerler, Pirhonen ve Forman (1998)'in çalışmalarında buldukları değerlerle benzerlik göstermektedir. Tatlı su grubu balıklar adaptasyon döneminden sonra zaman içerisinde yem değerlendirme değerinde bir düzelmeye görülürken, deniz suyu grubunda değerler nispeten sabit bir seyir izlemiştir. Bu değerler, Jobling ve ark. (1998)'nin gündüz uygulama gruplarından yüksek bulunurken, gece yemleme gruplarından daha verimli şekillenmiştir.

Çalışmada, deneme başında tatlı su SBO değeri deniz gruplarına nazaran yüksek olmasına rağmen tatlı su grubu ocak ayı ilk yarısında deniz suyu grubundan daha iyi bir seviyeye ulaştığı, takiben sabit bir seyir izlediği bildirilmiştir. Tatlı su grubunda 0,1-1,47 değerleri hesaplanırken, deniz suyu grubunda 0,40-1,08 arası değerler elde edilmiştir. Bu değerler, Galbreath ve Thorgaard (1997)'nin, değerlerinden büyük bulunurken, Pirhonen ve Forman (1998)'nin, haftada iki kez ve günde bir kez grubuyla yaklaşık değerler göstermektedir.

**Smoltifikasyonun sürecinin izlenmesi:** Çalışmada ikinci denemede, 11 ay yaşında Karadeniz (Çoruh) alabalığı yavrularının doğadaki akrallarının ilkbaharda %18 tuzluluğa adaptasyon yeteneği irdelenmiştir. Smoltifikasyonda parr markalarının kaybolması gözlenmiştir. Buna göre smoltlaşma boyunun 11,25-11,50 cm total boy olduğu hesaplanmıştır. Bu sonuç, Karadeniz tuzluluğuna salıverilecek balıkçıkların minimum 11,5 cm boy olması şeklinde yorumlanmıştır. Bilhassa nispeten küçük boy grubundaki balıkçıkların deniz suyuna tanıştırılmada çalışma periyotları boyunca, renklerinde koyulaşma ve sürekli zayıflama içinde oldukları gözlemlenmiştir. Buna bakarak Karadeniz tuzluluğuna (%18), okyanus tuzluluğuna (%30) ve kontrol grubu olarak tatlı suda stoklanan balıklarda kan plazması, klor, sodyum ve potasyum iyonlarının değişimleri gözlenmiştir. Karadeniz tuzluluğu ve tatlı suda 52 günlük çalışmada, kan plazması iyon dengesinde bariz bir farklılaşma görülmüştür.

Çalışma süresince sodyum iyonu değişimi tatlı su grubunda sabit seyir izlerken, acı su şartlarında üçüncü günde zirve değere ulaşmış, yedinci günden itibaren sabit ancak tatlı su grubu değerlerinden yüksek seyretmiştir. Klor iyonu konsantrasyonu da sodyum iyonu gibi, 3. günde zirve yapmış ve 7. günden itibaren sabitleşmiştir. Potasyum iyonu ise çalışma başından itibaren tatlı su grubuyla paralel bir değişim sergilemiştir. Bu denemeyi takiben, fizyolojik adaptasyon yeteneğini irdelemek için, balıklar normal deniz tuzluluğu ile Karadeniz tuzluluğuna olacak şekilde iki farklı tuzluluğa stoklanmışlardır. Acı su diye adlandırdığımız Karadeniz tuzluluğunda sodyum ve klor değerleri birinci denemede ki değerlere paralel olarak 7. günden itibaren sabit bir seyir izlerken, %30 tuzlulukta balıkların plazma iyon değerlerinin 4. günde en yüksek ve 14. güne kadar tedrici bir azalma gözlenmiştir. Plazma iyon değişimini düzensizliği yanında, deneme başladıktan sonraki 6. günde iki adet, 7. günde bir adet toplam üç balığın ölmesi, %30 tuzluluğa stoklanan Karadeniz alabalığının adaptasyon problemi yaşadıklarını göstermektedir.

Kahverengi alabalıklarda yayınlanmış ileri çalışmalar mevcut olmakla birlikte Karadeniz alabalığı ile deniz suyunda kan plazması iyon konsantrasyonlarının değişimi ve smoltifikasyon sürecinin belirlenmesine dönük bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Deniz suyu ve tatlı suda strese maruz bırakılan kahverengi alabalığı smoltlarında, deneme süresince tatlı suda ölüm görülmezken, deniz suyunda strese maruz bırakılan gruplarda %0-47 oranında, strese maruz kalmayan gruplarda 0-87 oranında ölümün gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Kas dokuda deniz suyu grubunda %74,2-75,8 oranında su, tatlı su grubunda ise %77,9-80,5 oranında su tespit edilmiştir. Tatlı suda stoklanan balıkların strese maruz bırakılan grupta klor iyonu konsantrasyonu 155-186 mMol lt-1, normal balıklarda ise 163-193 mMol lt-1 olarak belirlenmiştir. Tatlı suda muamele edilen balıklarda ise stres uygulanan ve uygulanmayan balıklarda sırasıyla 138-142 mMol lt-1 ve 136-143 mMol lt-1 klor iyonu bildirilmiştir. Plazma sodyum iyonu konsantrasyonu deniz suyu stres grubunda 173-212 mMol lt-1, normal grupta 183-220 mMol lt-1, tatlı suda stres ve normal gruplarda sırasıyla 155-166 ve 152-169 mMol lt-1 olarak tespit edilmiştir (Forsman ve ark., 1998).

Üç farklı tatlı su kaynağında doğal kahverengi alabalıkların gelişimleri irdelenmiştir. Kondisyon faktörünün 0,64-0,69 arasında hesap edildiği çalışmada kas su oranı %77,1-78,8 olarak bulunmuştur. Hematokrit oranı %36,3-38,3 arasında bulunmuştur. Kan plazma iyon düzeyleri değerlendirilen çalışmada, klor seviyesinin 130,3-141,8 mMol lt-1, sodyum seviyelerinin 151,6-157,8 arasında ve potasyum değerlerinin 2,8-3,5 mMol/L arasında değiştiği bildirilmiştir. Her üç nehir stoğuna bağlı balıkların 48 saatlik deniz suyuna (tuzluluk %30) maruz bıraktıktan sonra potasyum değerlerinin 1,7-1,8 mMol lt-1, klor değerlerinin 8,6-17,3 mMol lt-1, sodyum değerlerinin 6,0-17,4 mMol lt-1 değerinde artış gösterirken, kas su içeriğinin %0,2-0,8 oranında azaldığı belirlenmiştir (Heinimaa ve ark., 1998).

Atlantik salomonlarının üç farklı su kaynağında adaptasyon sürecinde klor düzeyleri izlenmiş, 48 saatlik bir periyot sonunda bir düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. 8'er bireyden alınan örneklerde çalışma başında 129-138 mMol lt-1 arasında değerler tespit edilirken, çalışma sonunda ölçülen değerler 124-129 mMol lt-1 arasında değişim göstermiştir (Iversen ve ark., 1998).

Farklı tuz konsantrasyonlarında ve farklı aydınlık düzeylerinde kahverengi alabalıkların zamana bağlı kan plazması sodyum iyonu konsantrasyonu değişimi irdelenmiştir. Çalışma süresince tuzluluk gruplarına göre farklılaşma gözlenmiş, çalışmada elde edilen yüksek değerler; %0 grubunda 168,0 mMol lt-1, %28 grubunda 201,2 mMol lt-1, %35 grubunda 242,9 mMol lt-1 ve %40 grubunda 251,8 mMol lt-1 olarak bildirilmiştir. Sürekli aydınlık denemesinde ise başlangıçta 156,6-162,8 mMol lt-1 değeri elde edilirken, en yüksek %0 grubunda 165,6 mMol lt-1, %28 grubunda 191,7 mMol lt-1, %35 grubunda 216,0 mMol lt-1 ve %40

grubunda 247,1 mMol lt-1 değerleri elde edildiği bildirilmiştir (Björnsson ve ark., 1998).

Doğal ve kuluçkahane yetiştirilen kahverengi alabalıklarda yaptıkları 6 aylık bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Kas su içeriği tatlı su grubu için sabit bir seyir izlerken, %28 deniz suyu grubunda Ocaktan Nisana artmış, Haziran ayına kadar başlangıç düzeylerine kadar azalmıştır. Çalışma süresince deniz suyu grubu kas su içeriği tatlı su grubundan düşük seyretmiştir. Kas su içeriğinin plazma ozmolitesiyle ters ilişkili olduğu ( $r^2=0,73$ ) bildirilmiştir. Haziranın ortalarında yapılan tayinlerde henüz tatlı sudaki balıkların kaslarının su içerikleri %78,2±0,1, 24 saatlik deniz suyu muamelesinin ardından yapılan örneklemede %72,8±0,3 ve 12 günlük deneme sonunda yapılan örneklemede %77,8±0,2 değerlerinin tespit edildiği bildirilmiştir. Kan plazmasındaki klor ve sodyum iyonları benzer bir değişim göstermiştir. Çalışmanın başlarında klor değeri 175 mMol lt-1, sodyum değeri 200 mMol seviyelerinde ölçülürken Mart ve Nisanın ilk yarısında 24 saatlik deniz suyu muamelesinden sonucunda klor ve sodyum iyonları düzeylerinin sırasıyla 140 ve 170 mMol lt-1 seviyelerine indiği belirlenmiştir. Haziran başında deniz suyuna transfer edilen 15 kahverengi alabalık 12 gün sonra ölmüşlerdir. Deniz suyuna toleransın gelişmesinin bir ifadesi olan derinin gümüşleşmesi, çalışma periyodu boyunca kuluçkahane yetiştirilen kahverengi alabalıkların smoltlaşmasının bir belirteci olarak değerlendirilmiştir. 24 saatlik deniz suyu değişim testinden sonucunda balıkların su içme değerleri Şubat-Mart aylarında 0,2 – 0,3 ± 0,02 ml kg-1 h-1 değerlerine kadar yükselirken, Nisan sonlarında 1,42±0,28 ml kg-1 h-1 değerlerine gerilemiştir (Nielsen ve ark., 1999).

Doğal ve kuluçkahanelerde orjinli kahverengi alabalıklarda smoltifikasyon sırasında meydana gelen değişimler, iki farklı su kaynağında gözlenmişlerdir. Hem doğal balıklarda hem de kuluçkahane menşeli balıklarda, 24 saatlik deniz suyuna muamele sonunda sodyum seviyelerinde bariz bir artışın söz konusu olduğunu tespit etmişlerdir. Su kaynaklarının birinde Nisan başından itibaren Mayıs başına kadar hem kuluçkahane orjinli hem de doğal stok bireylerinin plazma sodyum iyonu konsantrasyonunda bir artış gözlenirken, Mayıs sonuna kadar düşüş belirlenmiştir. Daha sonraki bir aylık dönemde ise sabit bir seyir izlemiştir. Diğer su kaynağında Mart ayından itibaren bir artış gözlenirken kuluçkahane orjinli balıklarda Nisan sonundan itibaren azalmanın olduğu gözlenmiştir (Sundel ve ark., 1998)

İki farklı su kaynağında, Alp alalarında (*Salvelinus alpinus*, L.) deniz suyunun etkileri irdelenen çalışmada, kas su içeriğinin çalışma başından itibaren tatlı su ve tatlı suya geri dönen balıklarda azalan bir grafik izlediği görülmüştür. Her iki grupta deniz suyuna maruz bırakılan gruplarda kas su içeriğinin artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Plazma sodyum içeriği bakımından yapılan irdemede şubat sonunda başlayan çalışmada, tatlı su ve deniz suyu grubunda Mayıs ayında zirve gözlenirken, deniz suyu grubu balıklardan elde edilen değerlerin nispeten yüksek bulunduğu bildirilmiştir. Sodyum iyonuna benzer şekilde, plazma klor iyonu Mayıs ayında pik yapmıştır. Deniz suyu grubu değerlerinin tatlı su grubundan sürekli yüksek seyrettiği bildirilmiştir (Eliassen ve ark., 1998).

Deniz alabalıklarının (*Salmo trutta* L.) smoltifikasyonu iki farklı boy grubunda araştırılmıştır. Tatlı su ve deniz suyu grubu balıkların kan plazması klor konsantrasyonları benzerlik göstermiştir. Her iki boy grubunun tatlı su gruplarında, Nisan sonundan Haziran başına kadar yapılan denemelerde, sabit ve benzer değerler tespit edilmiştir. Deniz suyu gruplarında da iki boy grubunda benzerlik görülürken, çalışma süresince azalma gözlemlenmiştir. Deniz suyu grubu balıkların plazma klor düzeyleri tüm çalışma süresince tatlı su grubundan yüksek bulunduğu ve tatlı su gruplarıyla deniz suyu grupları arasındaki farklılığı çalışma süresince istatistiksel olarak önemli bulunduğu bildirilmiştir. Deniz suyu değişim testinde küçük boy grubu balıklardaki ölüm oranının, büyük boy gruplarına nazaran yüksek olduğu bildirilmiştir. Küçük boy grubunda ölüm oranının %7-88 arasında değişirken, büyük boy grubunda Haziranın ikinci yarısından sonra, tatlı su kontrol grubunda ölüm olmadığı belirtilmiştir. Bunun nedeni olarak Salmonidlerin adaptasyon kabiliyetine işaret edilmiştir (Finstad ve Ugedal, 1998).

Doğal ve kuluçkahane menşeli kahverengi alabalıklarının deniz suyu toleransları ve nehir göçleri irdelenmiş, kuluçkahane üretilen balıkların tatlı suda plazma klor seviyeleri 128-134 mMol lt-1 arasında değişmiştir. Deniz suyu uygulamasından 72 saat sonra plazma klor iyonu konsantrasyonu 155-175 mMol lt-1 arasında değişim göstermiştir. Çalışma sonunda yapılan değerlendirmede, plazma klor konsantrasyonu ile balık boyu arasında azalan bir ilişkinin varlığına da işaret edilmiştir (Ugedal ve ark. (1998)).

Yapılan bu çalışmada, deniz suyu ve tatlı suyun beslemeye etkisinin belirlenmesi kısmında deniz suyunda muhafaza edilen balıkların parr-smolt dönüşümü gözlenmeye çalışılmıştır. Tamamen parr lekeleri kaybolanlarla henüz kaybolmayanların boy-ayrılıklarından Karadeniz alabalığının deniz suyuna en uygun boyunun tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Bütün balıkların %50'sinin smolt boya ulaşması irdelendiğinde, 11,25-11,50 cm tespit edilmiştir.

I. deneme boyunca deniz suyu ve tatlı su karşılaştırılması 52 gün boyunca yapılmıştır. Bu çalışmanın sağlaması niteliğinde II. denemede suni olarak %30 tuzlu suya yerleştirilen balıkların kan plazmalarındaki iyon değişimi karşılaştırılmıştır. Birinci denemede, kas su içeriğinin sabit ve deniz suyu grubu ile tatlı su grubunun benzer bir değişim gösterdiği tespit edilmiştir (tatlı su grubu %78,94±0,998 (%77,2-80,5), deniz suyu grubu %78,60±1,681 (%75,5-80,5)). Bulunan değerler Forsman ve ark (1998)'nin değerleri ile aynı bulunmuştur. Nielsen ve ark. (1999)'nin Haziran ayı ile, 12 saatlik deniz suyu muamelesinden sonraki örneklemede elde edilen sonuçlarla aynı bulunurken, aynı çalışmada 24 saatlik deniz suyu muamelesinde elde edilen %72±0,3 değerinden yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda, aynı zamanlamada yapılan örneklemede nispeten yüksek değerler bulunmasının sebebi olarak, çalışmada kullanılan suyun tuzluluk miktarı gösterilebilir. Zira çalışmamızda kullanılan Karadeniz tuzluluğu %18 olup acı su niteliğindedir.

Bu çalışmada, kuru madde üzerinden yapılan değerlendirilmeye göre, kasların yağ içeriği değerleri bakımından, tatlı su ve deniz grupları arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir (tatlı su grubunda %12,4±1,51, deniz suyu %12,1±1,22). Çalışmada 52 günlük periyot boyunca, her iki gruptaki balıkların yağ değerleri ortalamalarında, ortama bağlı bir değişimin olmadığı gözlemlenmiştir.

Tatlı su grubu ile deniz suyu grubu balıklardan alınan kanın 5000 devir dakika<sup>-1</sup>'da 5 dakika yapılan santrifüjasyonu sonunda elde edilen hematokrit değerleri arasında bariz bir farklılığa rastlanmamıştır. Ancak, çalışmada başından itibaren tatlı su grubunun hematokrit değerinin nispeten yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu da Nielsen ve ark (1999)'nin belirttiği gibi, tatlı sudan denize geçen balıkların su içme değerinin artmasına atfedilebilir. Heinimaa ve ark (1998), üç farklı su kaynağında yaptıkları çalışmalarında 1000 devir / 3 dakika santrifüje ettikleri numunelerden okudukları değerleri %38,3±13,9, %38,3±5,9 ve %36,3±18,0 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Santrifüj sonrası elde edilen plazma iyon içeriği analiz edilmiştir. Sodyum iyonu içeriği, deniz suyu grubunda ilk günden itibaren bariz bir artış görülmüştür. Üçüncü günde zirve yapan sodyum düzeyi (191,5±25,54 mMol lt-1), 7. Günde azalarak (173,6±17,28 mMol lt-1) ilerleyen günler için sabit bir seviyede kalmıştır. Çalışma boyunca sabit bir çizgi izleyen tatlı su sodyum içeriği, deniz suyu grubundan elde edilen değerlerden düşük bir seyir izlemişse de aradaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Deniz suyu grubunda tatlı suya nispeten yüksek bulunan sodyum değerleri, deniz suyunun iyon yapısından kaynaklanmaktadır. Bulunan değerler tatlı sular için Heinimaa ve ark. (1998) çalışmalarında buldukları değerlerle aynı bulunurken, deniz suyu elde ettikleri değerler, çalışmamızda elde ettikleri değerlerden düşük bulunmuştur. Aynı çalışmada bildirilen, balıklar deniz suyuna maruz bırakıldıktan sonraki 48. saat sonraki artışların çalışmamızda da şekillenmesi, artışın 36 mMol lt-1 seviyesinde oluşu, sodyum iyon değerinin, deniz suyuna geçtikten sonra arttığını, ancak 7. günden sonra 170 mMol lt-1 düzeylerinde sabitleştiğini göstermektedir. Forsman ve ark (1998)'nin tatlı suda buldukları değerlerle çalışmada elde edilen değerler oldukça benzerdir. Deniz suyu grupları için söz konusu değerler araştırmacıların tespit ettikleri değerlerin alt sınırı itibarıyla benzerlik göstermekle birlikte, Forsman ve ark. (1998)'nin tespit ettikleri üst limit, çalışmamızda elde edilen değerlerden biraz yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi olarak çalışmamızda kullanılan suyun tuzluluk düzeyine ve balık büyüklüğünün (sırasıyla %18 ve 5,8-15,9 g), adı geçen araştırmacıların irdelikleri değerlerden (sırasıyla %30 ve 36,9g) kaynaklanmış olabilir. Iversen ve ark (1998) çalışmalarında üç faklı nehir stoğu bireylerinin kan plazmasının 5000 devir / 5 dakika santrifüj edilmesinden sonra, buldukları sodyum değerlerinin kontrol gruplarında 155±9, 159±5 ve 165±6 mMol L-1 olduğunu, aynı su kaynaklarından alınan balıkların 24 saatlik deniz suyu muamelesinden sonra sırasıyla değerlerin 176±12, 211±49 ve 176±11 mMol lt-1 değerlerine ulaştığı bildirilmiştir. Değerler çalışmamızda da tespit edilen değerlerle oldukça benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada gözlemlendiği gibi, deniz suyuna maruz bırakılan balıkların kan plazması sodyum iyon değerleri artışı, deniz suyu iyon yapısının kan iyon yapısını direk etkileyen bir elemandır. Björnsson ve ark (1998) nin doğal gün ışığı uygulamasında elde ettikleri sodyum değerler, çalışmamızda tatlı su grubu değerleri ile benzer bulunurken (152,7±8,61mMol lt-1), deniz suyu grubundan değerlerden (179,2±8,93mMol lt-1) küçük bulunmuştur. Farklı tuzluluklarda yaptıkları %0 grubundaki sodyum değerleri çalışmamızla benzerlik gösterirken, %28, %35 ve %40 tuzluluğa muamele edilen balıklardan elde edilen değerler çalışmamızda bulunan değerlerden yüksek bulunmuştur. Bu farklılığa deniz suyu iyon dengesinin neden olmuş olma ihtimali kuvvetle muhtemeldir. II. denemede elde edilen değerlere göre, okunan en yüksek kan plazması sodyum değeri 231 mMol lt-1 iken en düşük 146,7 mMol lt-1 olarak ölçülmüştür. Bu değerlerin üst sınırı, Forsman ve ark. (1998), Nielsen ve ark (1999) 'nin değerlerinden yüksek, alt sınırı ise düşük

bulunmuştur. Heinimaa ve ark (1998) nin çalışmalarından bildirdikleri gibi, %30 tuzluluğa maruz bırakılan balıkların sodyum iyonu değerleri birkaç gün gibi bir zamanda doruğa ulaşmıştır.

Kan plazmasından elde edilen potasyum değerleri I. denemede, her iki grupta da çalışma başında azalan bir seyir izlemiştir. 38. günden itibaren çalışma sonuna kadar (52. Gün) tatlı su grubunda küçük bir artış görülmüş, deniz suyu grubunda ise bir azalma göze çarpmaktadır. II. denemede elde edilen 2,19±1,181 mMol lt-1 potasyum değeri I. deneme grubunda, çalışma boyunca elde edilen potasyum değerleri, Heinimaa ve ark (1998)'nin verileriyle benzerlik göstermekte olsa da araştırmacılar 48 saatlik deneme sonunda bir artış gözlerken, çalışmamızda sürekli bir azalma gözlemlenmiştir. I. deneme süresince alınan verilerde tatlı su grubunda 2,52±0,91 mMol lt-1, deniz suyu grubunda 2,52±0,84 mMol lt-1 olduğu tespit edilmiştir. II. denemede ise bu değerler %18 deniz suyu grubu için 2,01±1,834 mMol lt-1 (0,83-5,6), %30 deniz suyu grubu için 2,36±0,923 mMol lt-1 (1,04-4,06) olarak belirlenmiştir. Değerler bir önceki denemeye lt-1 benzer şekilde sürekli azalan bir seyir izlemiştir.

I. denemede klor iyonu değişimleri, tatlı sularda çalışma sonuna kadar nispeten sabit kalmakla birlikte, deniz suyu grubunda 3. günde zirveye ulaşmış (174,6 mMol lt-1), 7. günden itibaren 125-140 mMol lt-1 seviyelerinde sabit kalmıştır. Çalışma boyunca tatlı su grubunda klor değeri 90-129 mMol lt-1 arasında değişim gösterirken, deniz suyu grubunda değişim 106,5-217,8 mMol lt-1 arasında gerçekleşmiştir. II. denemede elde edilen %18 grubu Klor değerleri değişimi 7. günde sabit düzeye erişirken, %30 deniz suyu grubunda 4. günde ulaşılan doruktan sonra azalma 14. güne kadar sürmüştür. Her iki grubun klor değeri bu aşamadan sonra benzer şekilde devam etmiştir. Tatlı su grubu değerleri bakımından Forsman ve ark., (1998)'nin yaptıkları çalışmayla karşılaştırıldığında, strese maruz bırakılan ve bırakılmayan gruplardan düşüktür. Deniz suyuna maruz bırakılan gruplar açısından ele alındığında da çalışmamızda elde edilen değerler düşük bulunmuştur. Bu farklılığın en muhtemel sebebi olarak balık büyüklüğü verilebilir. Zira nispeten küçük olan balıklarımızın (9,8±2,133 g) klor hücreleri gelişimi bakımından, Forsman ve ark.(1998)'nin çalışmasındaki bireylerle nazaran (36,9±7,34 g) dezavantajlı olduğu söylenebilir. Çalışmada tatlı su grubu balıklardan elde edilen bulgular, Heinimaa ve ark., (1998)'nin çalışmalarında tespit ettikleri değerlerden küçük olmakla birlikte, deniz suyu grubu Klor değerleriyle oldukça benzerlik göstermektedir. Iversen ve ark. (1998)'nin 48 saatlik deniz suyu muamelesi sonunda, çalışmamızda elde edilen kan plazması klor iyonu konsantrasyonu artışın aksine bir azalma tespit etmişlerdir. Nielsen ve ark (1999) çalışmalarında Klor değerinin 175 mMol lt-1 'den 140 mMol lt-1 değerlerine düştüğü sonucuna varmışlardır.

Her iki deneme süresince elde edilen yaşama oranları, Forsman ve ark. (1998)'nin da bildirdiklerine paralel olarak tatlı su grubunda ölüm görülmemiştir. Karadeniz tuzluluğunda da (%18) ölüm görülmezken, %30 tuzluluk grubunda %10 ölüm gözlemlenmiştir. Bu bulgu, Karadeniz alabalığının Karadeniz tuzluluğuna kolayca alışabileceğini, ancak daha tuzlu ortamlarda 12-13 cm boydaki balıklar stres altında kalmalarında dolayı yaşama oranının düşebileceğini çağrıştırmaktadır.

## SONUÇ ÖNERİLER

Çalışmada, Doğu Karadeniz'de denize ulaşan akarsularda var olan ve Karadeniz'e göç eden doğal Karadeniz alabalığı [(=Çoruh alabalığı) (*Salmo trutta labrax*) (=Salmo coruhensis)] (Tabak ve ark., 2001; Turan ve ark., 2009; Bayçelebi ve ark., 2015) kuluçkahane orijinli yavrularının tatlı su ve deniz suyunda karşılaştırmalı büyüme performansları ve farklı tuzluluklarda smoltifikasyon süreçleri çalışılmıştır.

Kasım Nisan arasında yürütülen tatlı su ve deniz suyunda karşılaştırmalı balıkçık bakımında, büyüme performansı ortama göre önemli bir farklılık göstermemiştir (deniz suyu 15,8±2,79 cm, tatlı su 16,1±2,05 cm). Ancak, deniz suyunda yetiştirilen balıklarda, deneme süresince grup içi bireysel varyasyonun arttığı gözlenmiştir. Bu da bazı bireylerin deniz suyuna adaptasyonda güçlük çektiğinin göstergesi olabilir. Tatlı su grubunun yem değerlendirme değerleri giderek azalmış, çalışma sonunda 0,6-1,0 arasında değişmiştir. Deniz suyu grubunda ise nispeten yüksek (1,3-2,5) bulunmuştur. Tatlı su grubunun kondisyon değerinin nispeten yüksek oluşu, deniz suyunun en azından söz konusu mevsim ve balık büyüklükleri için bariz bir avantaj sağlamayacağı kanısını doğrular. Ancak, çalışmada su sıcaklık farklılığının ve değişiminin tatlı su grubu lehine oluşu sonucu tatlı su grubu lehine çevirmiş olabilir. Bu nedenle, çalışmanın ya kafes şartlarında veya sabit sıcaklık ve ortam koşullarında tekrarlanması gerekir.

Çalışmada balıkların %50'sinin smoltlaşma boyu olarak 11,3-11,5 cm tahmin edilmiştir. Buna göre, balıkların yetiştiricilik veya balıklandırma amacıyla deniz suyuna transferi söz konusu olduğunda, yaşama oranının ve gelişim performansının iyileştirilmesi için minimum balıkçık büyüklüğünün 11,50 cm olduğu göz önüne alınmalıdır.

Deniz suyuna (%18) transfer edilen balıklarda kan plazmalarında iyon konsantrasyonları değişimine bakılarak potasyum ve klor iyon konsantrasyonlarının 17. Günden itibaren sabit bir seyre ulaştığı tespit edilmiştir. Buna göre deniz suyuna salıverme uygulamalarında, en az 17 gün adaptasyon uygulaması balıkların predatörden kaçınması, çevresel stres faktörlerine drenin tolere edilmesinin sağlanması ve dolayısıyla yaşama ve gelişim performansının optimumuna ulaştırılmasında katkı sağlayacaktır.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışma İlker Zeki Kurtuluş'un Doktora Tez çalışması kapsamında, TAGEM / HAYSÜD / 2001 / 07 / 01 / 20 "Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* PALLAS, 1811)'nın Yetiştiriciliği ve Balıklandırma Amacıyla Kullanımı" TAGEM Projesi finansmanı ile yürütülmüştür.

Proje çalışmaları sırasında bilimsel katkılarını esirgemeyen Merhum Prof. Dr. İbrahim Okumuş'u rahmet ve minnetle anıyoruz. Bir dönem Proje lideri olarak görev yapan Eyüp Çakmak'a ve laboratuvar analizleri sırasında yardımlarını esirgemeyen Şirin Firidin'e teşekkürlerimizi sunuyoruz.

### KAYNAKLAR

- Arslan M., Aras NM. ve Yıldırım A., (2000).** Çenker Çayı (Çoruh Havzası)'nın Populasyon Yapısı ve Büyüme Özellikleri, Su Ürünleri Sempozyumu, 20-22 Eylül, Sinop, 266-278.
- Bagliniere JL., (1999).** Introduction: The Brown Trout (*Salmo trutta* L.)- Its Origin, Distribution and Economic and Scientific Significance, Biology and Ecology of the Brown and Sea Trout, Praxis Publishing, Chichester, UK.
- Bayçelebi E., Turan D. and Japoshvili B., (2015).** Fish Fauna of Çoruh River and Two First Record for Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **15**, 783-794. DOI: 10.4194/1303-2712-v15\_4\_01.
- Björnsson B., Stefansson GV., Berge AL., Hansen T. and Stefansson SO., (1998).** Circulating Growth Hormone Levels in Atlantic Salmon Smolts Following Seawater Transfer: Effects of Photoperiod Regime, Salinity, Duration of Exposure and Season. *Aquaculture*, **168**, 121-137.
- Damsgård B. and Arnesen AM., (1998).** Feeding, Growth and Social Interactions During Smolting and Seawater Acclimation in Atlantic Salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture*, **168**, 7-16.
- Eliassen RA., Johnsen HK., Mayer I and Jobling M., (1998).** Contrast in Osmoregulatory Capacity of Two Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), Strains From Northern Norway, *Aquaculture*. **168**, 255-270.
- Finstad B. and Ugedal O., (1998).** Smolting of Sea Trout (*Salmo trutta* L.) in Northern Norway. *Aquaculture*, **168**, 341-349.
- Forsman L., Pirhonen J. and Soivio A., (1998).** Effect of Long-Therm Stress on the Smolting of Two Forms of Brown Trout (*Salmo trutta* L.), *Aquaculture*, **168**, 49-55.
- Galbreath PF. and Torgaard GH., (1997).** Saltwater Performance of Triploid Atlantic Salmon *Salmo salar* L x Brown Trout *Salmo trutta* L. Hybrids. *Aquaculture Research*, **28**, 1-8.
- Gjerdem T. and Gunnes K., (1978).** Comparison of Growth Rate in Atlantic Salmon, Pink Salmon, Arctic Char, Sea Trout and Rainbow Trout Under Norwegian Farming Conditions. *Aquaculture*, **13**, 135-141.
- Heinimaa S., Jaakko, E. and Soivio A., (1998).** Differences in the Physiological Status of Atlantic Salmon Smolts in Three Tributaries of the River Teno. *Aquaculture*, **168**, 85-94.

- Iversen M., Finstad B. and Nilssen K., (1998).** Recovery from Loading and Transport Stress in Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) Smolts. *Aquaculture*, **168**, 387-394.
- Jobling M., Koskela J. and Pirhonen J., (1998).** Feeding Time, Feed Intake and Growth of Baltic Salmon, *Salmo salar*, and Brown trout, *Salmo trutta*, Reared in Monoculture and Duoculture and Duoculture at Constant Low Temperature. *Aquaculture*, **163**, 73-84.
- Lysfjord G. and Staurnes M., (1998).** Gill Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-ATPase Activity and Hypoosmoregulatory Ability of Seaward Migrating Smolts of Anadromous Atlantic Salmon (*Salmosalar*), Sea Trout (*Salmotrutta*) and Arctic Char (*Salvelinus alpinus*) in the Hals River, Northern Norway. *Aquaculture*, **168**, 279-288.
- MacCrimmon HR. and Marshall TL., (1970).** World Distribution of Brown Trout, *Salmo trutta*: Further Observations. *Journal of Fisheries Research Board Canada*, **27**, 811-818.
- Muir JF. and Roberts RJ., (1993).** Recent Advances in Aquaculture IV, Blackwell Scientific Publications, London, pp 185-192.
- Nielsen C., Madsen SS. and Björnsson BTh., (1999).** Changes in Branchial and Intestinal Osmoregulatory Mechanisms and Growth Hormone Levels During Smolting in Hatchery-Reared and Wild Brown Trout. *Journal of Fish Biology*, **54**, 799-818.
- Piper RG., McElwain LB., McCraden JP, Fowler LG. and Leonard JR., (1982).** Fish Hatchery Management, US Fish And Wildlife Service, Washington D.C.
- Pihonen J. and Forsman L., (1998).** Relationship between Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase Activity and Migration Behaviour Of Brown Trout And Sea Trout (*Salmotrutta* L.) During the Smolting Period. *Aquaculture*, **168**, 41-47.
- Pirhonen J., Koskela J. and Jobling M., (1997).** Differences in Feeding Between 1<sup>+</sup> and 2<sup>+</sup> Hatchery Brown Trout Exposed to Low Water Temperature. *Journal of Fish Biology*, **50**, 678-681.
- Sundell K., Dellefors C. and Björnsson BTh., (1998).** Wild and Hatchery-Reared Brown Trout, *Salmo trutta*, Differ in Smolt Related Characteristics During Parr-Smolt Transformation. *Aquaculture*, **167**, 53-65.
- Tabak İ., Aksungur M., Zengin M., Yılmaz C., Aksungur N., Alkan A., Zengin B. ve Mısır D.S., (2001).** Karadeniz Alabalığının (*Salmo trutta labrax*) Biyolojik Özellikleri ve Kültüre Alınabilirliğinin Araştırılması, TAGEM/HAYSUD/98/12/01/007, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Proje Çalışması, Trabzon.
- Turan D., Kottelat M. and Engin S., (2009).** Two new species of trouts, resident and migratory, sympatric in streams of northern Anatolia (Salmoniformes: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **20** (4); 333-364.
- Ugedal O., Finstad B., Damsgård B. and Mortensen A., (1998).** Seawater Tolerance and Downstream Migration in Hatchery-Reared and Wild Brown Trout. *Aquaculture*, **168**, 395-405.

Geliş tarihi: 17.10.2016

Kabul tarihi: 14.11.2016

### \*Başlıca Yazar Yazışma adresi:

Yrd. Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU  
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Zihni Derin Yerleşkesi, Rize, Türkiye.  
E-mail: [ilker.kurtoglu@erdogan.edu.tr](mailto:ilker.kurtoglu@erdogan.edu.tr)