



Diploid ve Triploid Gökkuşluğu Alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792)'nin Erken Hayat Evrelerinin Karşılaştırılması

^aMehmet ULUPINAR* ^bŞaban ÖZTÜRK, ^cMustafa KOYUN, ^aMuammer KIRICI

^aBingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, BİNGÖL

^bGıda Tarım ve Balıkçılık Bakanlığı, TAGEM, Su Ürünleri Koordinatörlüğü, ANKARA

^cBingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, BİNGÖL

*Sorumlu Yazar: mehmetulupinar67@hotmail.com

Geliş Tarihi: 14.01.2015

Düzeltilme Geliş Tarihi: 20.03.2015

Kabul Tarihi: 22.03.2015

Özet

Bu çalışmada, Salmonidae familyasından gökkuşluğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) triploidleştirilmesi yapılarak, triploid ve diploid balıkların erken hayat evreleri karşılaştırılmıştır. Araştırmada, üç deney ve bir de kontrol grubu kullanılmış olup, deney gruplarında sırası ile %80, %80 ve %90'lık triploidliğe dönüşüm sağlanmıştır. Yaşam oranları, 60'ıncı günden sonra birinci grupta %51, ikinci grupta %52 ve üçüncü grupta %47 olarak bulunmuştur. Bu oran kontrol grubunda %67 olmuştur. Deney gruplarındaki balıkların hayatta kalma oranlarının ise kontrol grubundan yaklaşık olarak %20 daha düşük olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Gökkuşluğu alabalığı, triploid, diploid, erken hayat devresi, kromozom manipülasyonu.

Comparing Early Life Stage of Triploid and Diploid Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792)

Abstract

In this study, triploidy was induced in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) from Salmonidae family and its early life stage of triploid and diploid fish were compared. Three experiment groups and one control diploid group was used in study. Induced triploidy was 80%, 80% and 90% in these three groups. Survival rates were found to be 51%, 52% and 47% respectively, after 60 days. In the control group survival rate was 67%. When compared, it was seen that death rate is approximately 20% larger than in triploid groups with respect to the control group.

Keywords: Rainbow trout, triploid, diploid, early life stage, chromosome manipulation

Giriş

Hem tür, hem de birey sayısı bakımından, suda yaşayan canlı miktarı diğer ortamlarda yaşayan canlılardan oldukça fazladır. Örneğin, omurgalıların %52'sini balıklar oluşturur ve balıklar hemen hemen bütün sucul habitatlarda bulunurlar. Diğer taraftan, dünya nüfusunun artması ve doğal stokların ise giderek azalması nedeniyle protein ihtiyacının karşılanmasında kültür balıkçılığının önemi giderek artmaktadır. Su ürünleri sektörü, 2001-2011 yılları arasında yıllık ortalama %6 civarında büyüyerek, dünyada en hızlı büyüyen gıda üretim sektörü

olmuştur. 2030 yılına kadar dünyada yetiştiricilikten elde edilen miktarın iki kat daha artarak 80 milyon tonu aşacağı tahmin edilmektedir (Çelik ve ark., 2012). Ülkemizde de bu sektör yıllar itibarıyla büyük bir artış göstermiş olup, dünyada en hızlı büyüyen ülkelerden birisi durumundadır. 1996-2005 yılları arasında yetiştiricilik yoluyla su ürünleri üretimi yaklaşık %250 artarak 118.277 tona ulaşmış ve yetiştiricilikten elde edilen balık miktarının toplam su ürünleri üretimindeki payı %22'ye yükselmiştir (TÜİK, 2013). Bununla birlikte, ülkemizin bu hızını devam ettirebilmesi için; yeni türlerin yetiştiriciliğe alınarak

alternatif besin kaynaklarının bulunması ve var olan kaynakların daha verimli kullanılabilmesine yönelik biyoteknolojik yöntemlerin daha da yaygın uygulanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Yetiştiricilikte temel amaçlardan olan hızlı büyüme yeteneğine sahip, hastalıklara karşı dayanıklı ve ortam şartlarına iyi uyum sağlayabilen ürün elde etmek için kullanılan en önemli genetik mühendislik uygulamalarından (biyoteknolojik yöntemlerden) birisi ise kromozom seti manipülasyonları (ginogenesis, androgenesis, ve poliploidi), bunların içerisinde de triploidizasyon olup, genellikle steril (üreme yeteneği olmayan) birey üretimi için kullanılmaktadır (Al-Sabti, 1991). Bu teknik yardımıyla oluşturulan kısır triploid balıklar bir popülasyondaki aşırı balık miktarını engellemek veya akuatik vejetasyonun biyolojik kontrolü gibi çeşitli amaçlarla stok yönetimi çalışmalarında tercih edilmektedir (Kerby ve Harell, 1990). Diğer taraftan, diploidlere kıyasla özellikle cinsel olgunlaşma döneminde önemli derecede daha iyi yaşama oranı, hücre büyüklüğünün daha fazla olması, cinsi olgunluk yaşından sonra da daha fazla büyüme oranı ve yem dönüşüm oranı sergileyen bireyler elde edilebilmesinden dolayı yetiştiricilikte tercih sebebidirler (Thorgaard, 1983). Ayrıca, kısır balıklar entansif kültür şartları altında normal fonksiyonlara sahiptirler, parlak gümüşü renklerini korurlar, et kalitesi diploid balıklardan daha iyidir ve tüketici tarafından daha yüksek bir kalite olarak kabul görülür (Teskerediz ve ark., 1993; Poontawee ve ark., 2007).

Triploidizasyon tekniğinde ana hedef normal spermatozolar kullanılarak steril balığı üretmektir. Bu amaçla ikinci polar cismin oluşmasını engelleyecek kimyasallar (ör; Cytochalasin B) veya fiziksel metotlar (ör; sıcak şok, soğuk şok veya hidrostatik basınç) kullanılarak erken muamele gereklidir (Ulupınar ve Alaş, 2002). Ancak, bu işlemlerde öncelikle çeşitli yollar denemek suretiyle dölleme zamanı ile fasılların belirlenmesi ve dölleme sonucu elde edilecek neticelerin iyi anlaşılması gerekir. Bu çalışmada, sıcak şok yöntemi kullanılarak triploid gökkuşuğu alabalığı bireylerinin elde edilmesi için en uygun sıcaklık derecesinin ve uygulama süresinin belirlenmesinin yanı sıra, diploid ve triploid bireylerin erken yaşam evrelerindeki ağırlık ve hayatta kalma oranları bakımından karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Sağım ve Grup Oluşturulması

Yumurta temini amacıyla beş yaşlarında 8 dişi ve 5 erkek gökkuşuğu alabalığı seçilmiştir. Ocak ayı içerisinde, Gazi Üniversitesi Biyoloji Bölümü laboratuvarına getirilen balıklar, burada iyi

havalandırılmış ve içerisinde 8-10°C'lik soğuk su bulunan tanklarda muhafaza edilmiştir. Bir hafta kadar bu akvaryumlarda tutulan balıklar sağım işlemine tabi tutulmuştur. Dişi balıkların yumurtalarından ve erkek balıkların spermelerinden numuneler alınarak çıplak gözle ve mikroskop altındaki görüntüleri incelenmiş, yumurta kalitesi iyi olan dişilerden 3 tanesi, sperm kalitesi iyi olan erkeklerden 2 tanesi seçilmiştir.

Çelikkale (1988)'e göre kuru yöntem kullanılarak gerçekleştirilen döllemeden hemen sonra, her biri rastgele seçilmiş 300'er adet yumurta içeren 3 deney grubu (T1, T2 ve T3) ve 1 kontrol grubu (D) oluşturulmuştur. Yumurtalar plastik basketler içerisinde durulandıktan ve 8-10°C'de 15 ve 30 dk. postfertilizasyondan (PF) sonra triploid bireyler elde etmek amacıyla akvaryumlara alınmıştır. Farklı sıcak şok uygulamalarının bitiminden hemen sonra yumurtalar 10-12°C'lik su banyosunda en az 20 dk. bekletilmiş, müteakiben larva safhasına kadar 8°C'lik kuluçka tavalarında tutulmuşlardır. Kuluçka süresince ölü yumurtalar sayılarak uzaklaştırılmıştır.

Triploid Oluşum Mekanizması

Triploid balık üretimi amacıyla, döllelenmiş yumurtalara akvaryumlarda sıcak şok yöntemi kullanılmıştır. Diaz ve ark. (1993) tarafından önerilen yöntemle göre oluşturulan gruplardan; I. Grup (T1) döllemeden 15 dk. sonra 27°C sıcak su banyosuna 40 dk., II. Grup (T2) döllemeden 30 dak. sonra 26°C'lik sıcak su banyosuna 40 dk. ve III. Grup (T3) ise döllemeden 15 dak. sonra 28°C' de sıcak su banyosuna 15 dk. maruz bırakılmıştır. Kontrol Grubuna (D) ise herhangi bir şok uygulaması yapılmamış olup, bütün gruplar aynı özellikteki ticari bir yem ile beslenmişlerdir. Triploid oranlarının (TO) belirlenmesi işlemlerine 4 aylık balık aşamasında başlanılmıştır.

Triploidi Seviyelerinin Belirlenmesi

Triploidi seviyelerini belirlemek için kromozom sayıları incelenmiştir. Bu amaçla kromozom preparasyonları yapılmış ve kromozomlar Giemsa boya ile boyanmıştır.

Kromozom Preparasyonu

Kromozom preparasyonu amacıyla, Thorgaard ve Disney (1990) tarafından önerilen yöntem uygulanmıştır. Bu amaçla, balığın her 10 g vücut ağırlığı için 0.1 ml kadar %0.1'lik Phytohemaglutinin-M intramuskular (*i.m.*) olarak enjekte edilerek 12-14°C'lik iyi havalandırılmış akvaryumlara bırakılarak ve 45 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda ise yaklaşık

5 g ağırlığındaki balıkların anüsünden 0.01 ml, %0.2'lik colchicine enjekte edilerek iyice havalandırılmış olan ve 12°C'lik su sıcaklığına sahip akvaryumlarda 4.5 saat tutulmuştur. Bu süre sonunda balıkların solungaç ve ön böbrek dokuları alınmış ve 18°C'deki %0.56'lık KCl'de 35 dk. bekletilmiştir. Yeni hazırlanmış soğuk Carnoy fiksatif (3:1 metanol:glasiyal asetik asit) ile muamele edilmiştir. Damıtık su ile yıkayıp kurutulan lamlar 0°C'de bekletildikten sonra sıcaklık kaybına fırsat vermeden pipetle alınıp 35cm yüksekten damlatılarak lam üzerine iyice dağılımı sağlanmıştır.

Giensa Boyama

Bu amaçla Denton (1973) tarafından önerilen Giensa boyama yöntemi kullanılmıştır. Buna göre; kromozom yayımından sonra lamlar Sorenson fosfat

tampon solüsyonuyla hazırlanmış %5'lik Giensa (1/15M pH 6.8) ile oda sıcaklığında 30 dk. boyanmıştır.

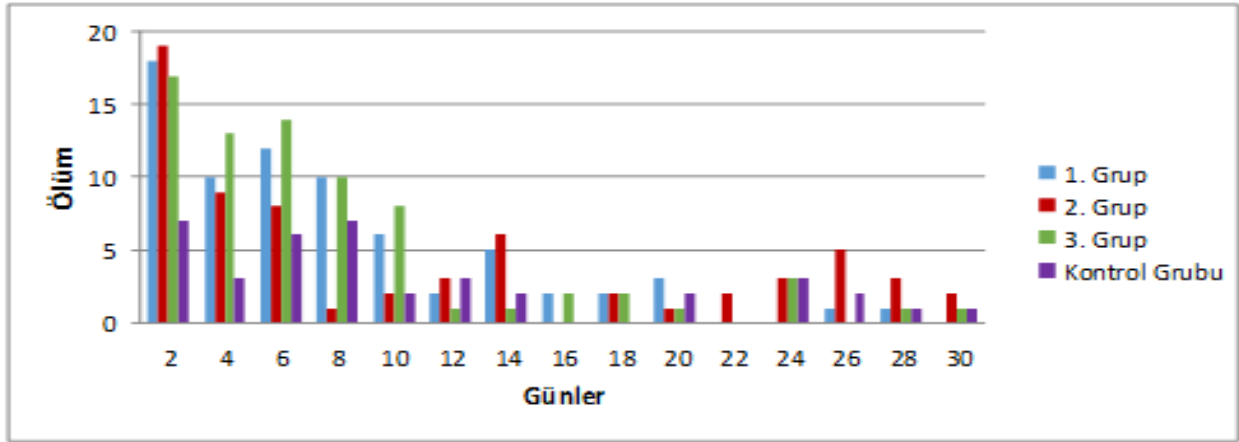
Triploid veriminin hesaplanması

Triploid verimi (TV);

$$TV = \frac{\text{Dölenmeden serbest yüzme aşamasına kadar ki yaşama} \times TO (\%)}{100}$$
 formülü ile hesaplanmıştır (Brydges ve Benfey, 1991).

İstatistik Analiz

Dölenmeden itibaren serbest yüzme aşamasına kadar ki hayatta kalma oranlarına [(YO=hayatta kalan balık sayısı/başlangıç balık sayısı×100)] ait veriler ve TY değerleri, t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Farklılıklar $p < 0.05$ olduğunda önemli kabul edilmişlerdir.



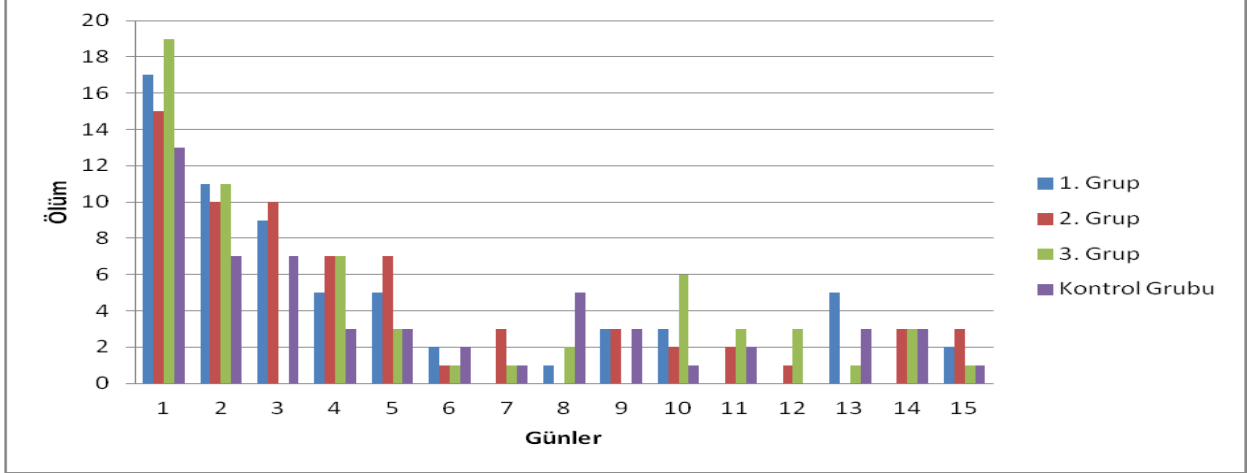
Şekil 1. Grupların embriyo dönemindeki (dölenmeden 30. güne kadar geçen süredeki) yaşam ile ölüm oranları arasındaki ilişki

Sonuçlar

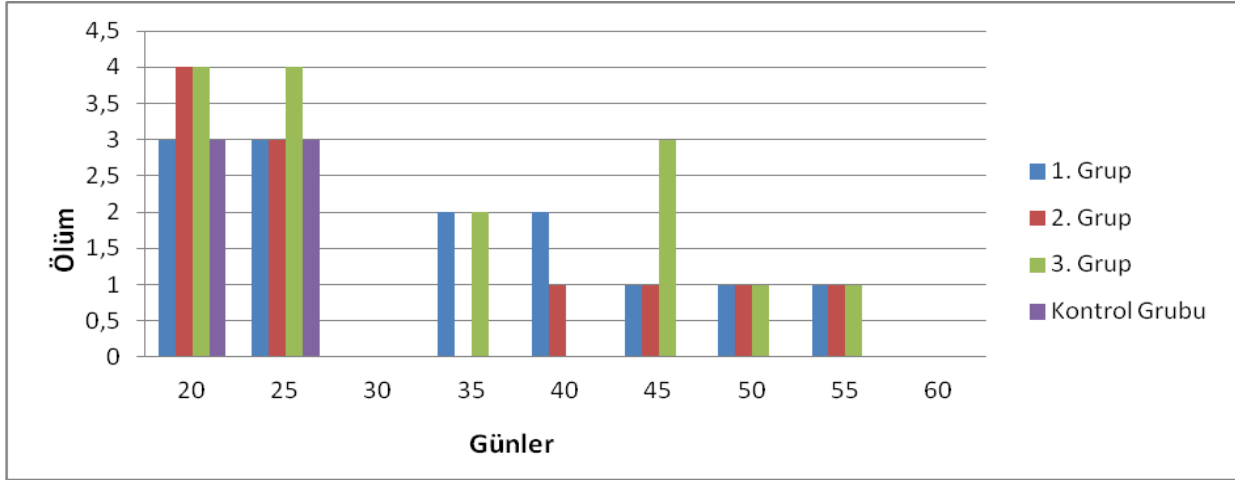
Her bir deney grubundan 10'ar adet balıktan elde edilen kromozom analizi sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre, T1 ve T2'de %80, daha yüksek sıcaklık uygulanmış olan T3'te ise %90'lık triploid dönüşümü tespit edilmiştir. Kuluçka süresince su sıcaklığı 10-11°C arasında tutulan yumurtalardan embriyonun çıkışı yaklaşık 30 günde tamamlanmış olup, T1, T2 ve T3'teki ölüm oranları sırasıyla %24, %22 ve %28 şeklinde görülmektedir. Bu oran D grubunda %13 olmuştur. Buna göre deney gruplarından en yüksek yaşama oranı %78 ile T2'ye aittir. Yaşam süresi ilerledikçe bütün gruplarda ölüm oranlarında ciddi bir azalma görülmektedir (Şekil 1). Deney gruplarının istatistik analizleri sonucu; $Z_1=4.381$, $Z_2=3.604$ ve $Z_3=5.951$ olarak bulunmuş olup, $Z > 1.96$ olduğundan dolayı fark önemli görülmemiştir.

Yumurtadan çıkan embriyoların larva süresi yaklaşık 15 gün sürmüştür. Bu süre içerisinde deney gruplarındaki ölüm oranları sırasıyla %28, %29 ve %28 olmuş, D grubunda ise %21 olarak tespit edilmiştir. Bu dönemdeki Z değerleri ise sırasıyla $Z_1=2.496$, $Z_2=2.884$ ve $Z_3=2.692$ olarak tespit edildiğinden ($Z > 1.96$) fark önemli bulunmuştur. Ölüm oranı 1. günde T3'te, 8. günde ise D grubunda en yüksek seviyeye ulaşmış olmakla beraber diğer günlerde ölüm oranlarında gruplara göre inişler ve çıkışlar görülmüştür (Şekil 2).

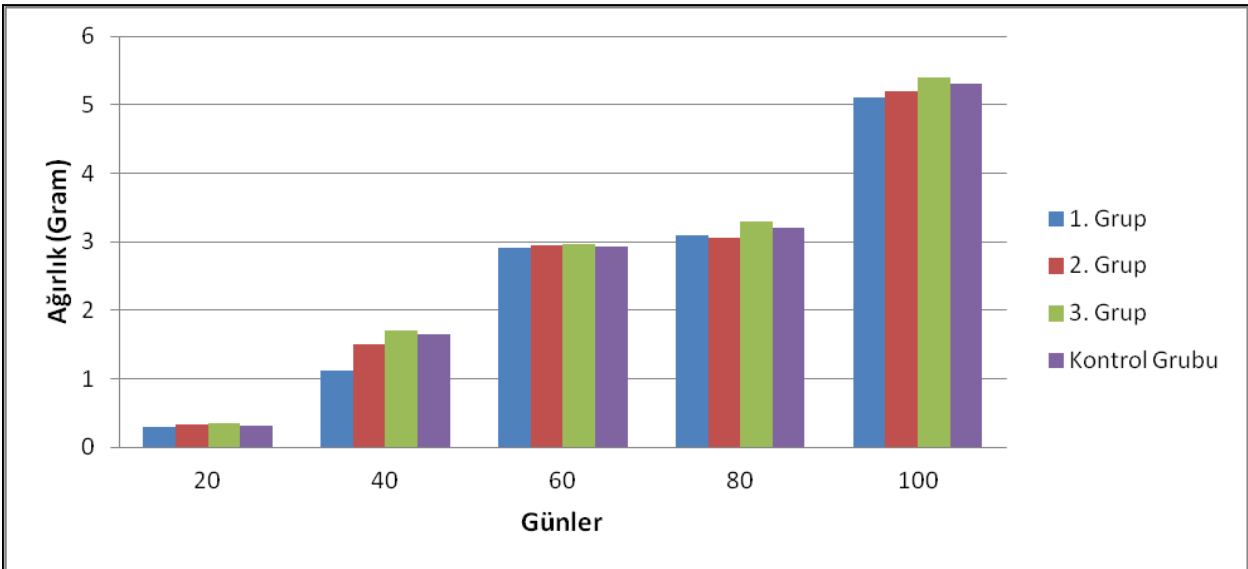
Keseli larva döneminden genç yavru dönemine geçişte bütün gruplarda ölüm oranının yüksekliği dikkat çekmektedir. 20. günde T2 ve T3'te; 25. ve 45. günde ise T3'te ölüm oranı dikkat çekicidir. 50. ve 55. günlerde deney gruplarındaki ölüm oranları eşittir. Genel olarak, deney gruplarında 25. günden itibaren azalma görülürken 55. günden sonra bu gruplarda da ölüm görülmemektedir.



Şekil 2. Grupların larva dönemindeki yaşam süresi ile ölüm oranları arasındaki ilişki (1.-15. günler arası).



Şekil 3. Grupların genç yavru dönemindeki yaşam süresi ile ölüm oranları arasındaki ilişki (15-60. günler arası)



Şekil 4. Grupların yüz günlük yaşam sürelerindeki ağırlık artışları

Ölüm oranları; T1'de %8, T2'de %7 ve T3'te %10'dur. D grubunda ise bu oran %3 olup, bu gruptaki yaşam oranı diğer gruplardan yaklaşık olarak %6 daha fazla bulunmuştur. Deney gruplarının bu dönemdeki istatistik sonuçlarına göre; $Z_1=2.117$, $Z_2=1.764$ ve $Z_3= 2.729$ olarak hesaplanmıştır. Burada $Z_2<1.96$ olduğundan dolayı fark önemsiz olup, diğer gruplarda ise $Z>1.96$ olduğundan önemli görülmüştür (Şekil 3).

Döllenmeden itibaren 60. gün sonuna kadarki toplam ölüm oranları; deney gruplarından T1'de %49, T2'de %48 ve T3'te ise %53 iken D grubunda %33 olarak tespit edilmiştir. Deney grupları ile kontrol

grubu karşılaştırıldığında ölüm oranının yaklaşık olarak %20 daha fazla olduğu, ayrıca daha düşük sıcaklık uygulamasında daha az ölüm oranı gözlemlenmiştir (Çizelge 2). Toplam olarak gökkuşağı alabalıklarının embriyo, larva (keseli yavru) ve genç yavru dönemini kapsayan erken hayat evresinde $Z_1=4.065$, $Z_2= 3.742$ ve $Z_3=4.948$ olduğundan dolayı ($Z>1.96$) fark önemlidir. Bütün gruplarda 100 günlük süre içerisinde yirmişer gün ara ile ölçülen ağırlık artışı ortalamaları kontrol grubu da dahil olmak üzere bütün gruplarda birbirine yakın bulunmuştur (Şekil 4).

Çizelge 1. Gruplar Arasında Triploidlik Dönüşüm Oranları.

Balık No	T1	T2	T3
1	2n=60	3n=90	2n=64
2	2n=62	3n=93	2n=60
3	2n=60	3n=90	2n=60
4	2n=58	2n=58	2n=58
5	2n=58	3n=87	2n=60
6	2n=64	3n=96	2n=58
7	2n=60	2n=60	2n=60
8	2n=60	3n=90	2n=60
9	2n=62	3n=93	2n=64
10	2n=60	3n=90	2n=60
Diploid /Triploid (%)	20/80	20/80	10/90

Tartışma

Kromozom sayısını değiştirme çalışmalarında, özellikle kısır triploidler üretmek amacıyla, diploidler ile tetraploid damızlıkları çaprazlama metodunun yanı sıra kimyasal şoklar ya da basınç ve sıcaklık gibi fiziksel şoklar kullanılabilir. Bununla birlikte diğer metodlardaki bazı olumsuzluklar (ör; dişi tetraploid bireyler daha az yaşama oranına sahip olup, tetraploidlerin üretim ve yetiştirilmesindeki işlemin yavaş olması) nedeniyle araştırmacıların çoğu sıcaklık şoku uygulamasını tercih etmektedirler (Refstie ve ark., 1977; Chourrout, 1986). Bu yöntem genellikle yeni döllenmiş yumurtalara tatbik edilmekte olup, şokun zamanlaması ve süresinin doğruluğu, hem mayoz hem de mitoz ile alakalıdır. Yüksek sıcaklık genellikle soğuk su türlerinde uygulanırken, soğuk şok ise ılık su türlerinde uygulanmaktadır (Beaumont ve Hoare, 2003; Özden ve ark., 2003; Gjedrem, 2005). Sıcaklık şoku, oldukça yaygın olarak kullanılan, kolay, ucuz ve kullanılan materyalin tehlike arz etmediği güvenilir bir yöntem olması nedeniyle bu çalışmada sıcak şok yöntemi

kullanılmıştır. Çizelge 1'de görüldüğü gibi, bu çalışmada en yüksek triploidliğe dönüşüm oranı döllenmeden 15 dk. sonra 27°C de sıcak şoka 15 dk. maruz bırakılan T3'te elde edilmiştir. Diğer gruplarda triploidliğe dönüşüm %80 iken T3'te %90 gerçekleşmiştir. Arai ve Wilkins (1987) ise, yine aynı türde döllenmeden sonra farklı dakikalarda ve farklı sürelerde farklı sıcaklık şokları uygulayarak yapmış oldukları çalışmada, döllenmeden 10 dk. sonra 32°C'de 6 dk. şok uygulamasında %100; 29°C'de 5, 15 ve 30. dk. da 10 dk. şok uygulamasında ise sırasıyla % 88.2, 90.9 ve 81.8 başarı bildirilmiştir.

Döllenmeden sonraki ilk günlerde deney gruplarında ölüm oranı yüksek olmuş, 14. günden sonra ise bu oranda ciddi bir azalma görülmüştür (Çizelge 2). Bunun da sebebinin triploidleştirme işlemlerinde yumurtaya yapılan sıcak muameleden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca T2'deki ölüm artışının ise 26. gündeki havalandırma sistemindeki arızadan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. Çeşitli Dönemlerde, Gruplara Ait Ölüm Oranları

Dönemler (Gün)	Balıklardaki Dönemlere Göre Ölümler			
	1. grup	2. grup	3. grup	Kontrol grubu
Başlangıçtaki sayı (adet)	300	300	300	300
Embriyo dönemi (0-30. Gün)	72	66	84	39
Larva dönemi (1-15. Gün)	63	67	60	54
Genç Yavru Dönemi (15-60. Gün)	13	11	15	6
Ölüm (%)	49	48	53	33

Yine Çizelge 2'ye bakıldığında, yumurtadan çıkış süreci içerisinde bütün gruplarda ölüm oranının yüksek olduğu, larva süresi boyunca ise deney gruplarındaki ölüm oranlarının kontrol grubundan %7 daha fazla olduğu görülmektedir. Bu sonuç Özden ve ark. (2003) tarafından yapılan bir derleme çalışmasındaki hususlar ile paralellik göstermektedir. Zira söz konusu çalışmada; normal döllen ve inkübe edilen yumurtalarla kıyaslandığında genellikle %10-20'lik daha fazla ölüme sebep olunacağı, 28°C'yi aşan sıcaklığın daha fazla oranda triploidinin oluşmasına neden olmasına karşın daha az yaşama oranının meydana gelmesine sebebiyet vereceği, daha düşük sıcaklıkta (örneğin 26°C) ise daha düşük oranda triploidi meydana gelmekle birlikte ölüm oranlarının daha az olacağı kaydedilmiştir.

Keseli larva dönemi bittikten sonraki yem alma döneminde 20. ve 25. günlere kadar ölüm oranı yüksek bulunmuştur. Bunun sebebinin yeni bir döneme geçişteki adaptasyon güçlüğü olduğu düşünülmektedir. Kontrol grubunda da aynı durum söz konusu olup, ilerleyen süre içerisinde bu oranda iniş çıkışlar olsa da genelde azalma gözlenmektedir. Diploid ve triploid gökkuşuğu alabalıklarına ait olan 60 günlük erken hayat periyodu boyunca; T1'de %51, T2'de %52, T3'te %47 ve kontrol grubunda %67'lik yaşam oranı görülmüştür. Dolayısıyla, kontrol grubunun yaşam oranının deney gruplarından yaklaşık olarak %20 daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, yüz günlük gözlem içerisinde diploid ve triploid balıklar arasında ağırlık, boy ve renk bakımından herhangi bir morfolojik fark gözlenmemiştir (Şekil 4). Bu çalışma sonuçlarına benzer olarak, Kim ve ark. (1986) tarafından Kore'de yapılan çalışmaların bir derlemesinin yapıldığı

çalışmada da; triploid ve diploid gökkuşuğu alabalıklarının ilk büyüme safhalarında büyüme oranları bakımından fark olmadığı ve bu sonucun bu tür üzerinde yapılan diğer çalışmaların sonuçlarıyla aynı olduğunu bildirilmiştir. Ancak, Tave (1993) triploid bireylerin normal diploid fertlere göre cinsel olgunluk döneminde daha hızlı büyüdüklerini, yaşama oranlarının daha yüksek olduğunu ve normal fertlerde üreme sonrası gözlenen hastalıklara karşı daha dayanıklı olduklarını belirtmiştir.

Farklı soğuksu balıklarında yapılan çalışmalardan birinde ise Qillet ve Gaignon (1990), Atlantik salmonunda (*Salmo salar*) yakın sonuçlar elde etmiş olup, 28°C de 10 ve 20 dk. sürede triploidi başarısı sırasıyla %94.7 ve %84.2 olarak bulmuşlardır. Kızak ve ark. (2013) tarafından dere alabalıklarında (*Salmo trutta fario*) gerçekleştirilen ve yumurtalara sıcaklık şoku uygulamasıyla elde ettikleri bireylerin döllenmeden sonraki 18. aydan itibaren 32. aya kadarki gelişimlerini, gonat yapılarını ve eritrosit büyüklüklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında; triploidizasyon başarısı %95 olup, kırmızı kan hücreleri triploitlerde diploitle göre önemli derecede büyük olduğu (P<0.05), triploit dişilerin erkek balıklardan daha iyi geliştiği ve bizim çalışmamıza paralel olarak triploit bireylerin istatistiksel olarak önemli olmasa da diploit balıklara göre daha fazla gelişim gösterdiği (P>0.05) tespit edilmiştir. Sonay (2013) tarafından yine farklı bir balık türünde (Karadeniz alabalığı; *Salmo trutta labrax* Pallas,1811) yürütülen bir çalışmada ise; en yüksek triploid oranları (%81–86), döllenikten 15 dk. sonra 10 dk. sıcaklık şokuyla 32 ve 28°C'de bulunmuş, 5.8 gr ve üzeri balıklarda triploid bireylerin büyüme değerlerinde önemli farklılıklar bulunmuş olsa da, bizim çalışmamıza benzer olarak daha küçük bireylerde (0.24 gr) diploid ve triploid bireyler arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Galbreth ve Thorgaard (1997), triploit Atlantik salmon ile kahverengi alabalık hibritlerinin deniz suyu performanslarını incelemişlerdir. Çalışmada triploitlerde hasat ağırlıkları arasındaki istatistiksel farklılığın diploitle göre önemli olduğu, diploit balıklarda yaşama oranının triploitle göre daha düşük (sırasıyla %43 ve %48) olduğu belirlenmiştir.

Gökkuşuğu alabalığı üretme çiftliklerinin tam potansiyellerine ulaşabilmeleri ancak kuluçkahanelerin kendilerine kaliteli yumurta ve yavruları yılın her haftası düzenli olarak tedarikleri ile mümkündür (Bromage ve ark., 1992). Ancak, toplam üretilen yumurta sayısı, yumurta kalitesi, olgunlaşma ve yumurtlama zamanını belirlemek için merkezi bir birim oluşturulmalı ve kararlar bu birimce

verilmelidir. İklim şartlarındaki bölgesel farklılıklar merkezi birimin söz konusu düzeni sağlamasını kolaylaştırmasına katkıda bulunabilecektir. Bununla birlikte gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde uygulanacak biyoteknolojik yöntemler daha büyük katkı sağlayacaktır. Bu yöntemlerden birisi olan triploidleştirme çalışmalarının daha elverişli hale getirilebilmesi için ise, hijyenik şartlar iyileştirilmeli ve yumurta kalitesi arttırılmalıdır. Dolayısıyla yumurta temininde kullanılan dişi ve erkek bireylerin beslenme ve yaşamakta oldukları ortam sıcaklığı optimum duruma getirilmeli, uygun yaştaki erginlerden alınacak yeterli olgunluk derecesindeki yumurtaların döllenmeleri uygun sıcaklıkta yapılmalı, döllenmeden sonraki triploidleştirme çalışmalarının yürütüleceği kuluçkahanenin uygulayacağı yöntemlerde uygun şokun ısı derecesi ve süresi iyi uygulamalıdır.

Kültür balıkçılığında diğer ülkelerde pratik uygulama alanı bulmuş olan triploid fertler üretiminin ülkemiz şartlarında da yaygınlaştırılması, istenilen yetiştirme avantajlarına sahip bireylerin elde edilmesinde kullanılacak metotların geliştirilmesi ve bu metotların ülkemiz şartlarına adapte edilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- Al-Sabti, K., 1991. *Handbook of Genotoxic Effects and Fish Chromosomes*. J. Stefan Institute, Printed by Kristoft, Ljubljana, Yugoslavia, 221 pp.
- Arai, K. and Wilkins, N.P., 1987. Triploidization in brown trout (*Salmo trutta* L.) by heat shocks. *Aquaculture*, 64: 97–103.
- Beaumont, A.R. and Hoare, K., 2003. *Biotechnology and Genetics in Fisheries and Aquaculture*, Blackwell Science, UK, 158 pp.
- Bromage, N., Jones, J., Randall, C., Thrush, M., Davies, B., Springate, J., Duston, J. and Barker, G., 1992. Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 100 (1–3): 141–166.
- Brydges, K. and Benfey, T.J., 1991. Triploid brown trout (*Salmo trutta*) produced by hydrostatic pressure shock. *Bull. Aquac. Assoc. Can.*, 3: 31–33.
- Chourout, D., 1986. Techniques of chromosome manipulation in rainbow trout: a new evaluation with karyology. *Theor. Appl. Genet.*, 72: 627–632.
- Çelik, A., Metin, İ. and Çelik, M., 2012. Taking a photo of Turkish fishery sector: a swot analysis. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 8th International Strategic Management Conference, 12 October 2012, 58: 1515–1524.
- Çelikkale, M.S., 1988. *İç Su Balıkları ve Yetiştiriciliği*. Cilt II, K.T.Ü., Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksek Okulu, Genel Yayın No: 128, Fakülte Yayın No:3, 460 s.
- Denton, T.E., 1973. *Fish Chromosome Methodology*. Charles C. Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 169 pp.
- Diaz, N.F., Iyurra, P., Veloso, A., Estay, F. and Colihueque, N., 1993. Physiological factors affecting triploid production in rainbow trout. *Aquaculture*, 114: 33–40.
- Galbreath, P.F. and Thorgaard, G.H., 1997. Saltwater performance of triploid atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) hybrids. *Aquaculture Research*, 28(1): 1–8.
- Gjedrem, T., 2005. *Selection and Breeding Programs in Aquaculture*. Springer, Hollanda, 364 s.
- Kerby, J.H. and Harell, R.M., 1990. Hybridization, genetic manipulation, and gene pool conservation of striped bass. In, Harell, R.M., Kerby, J.H. and Minton, R.V. [Eds.], *Culture and Propagation of Striped Bass and Its Hybrids*. Striped Bass Committee Southern Division American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 159-190.
- Kızak, V., Güner, Y., Türel, M. ve Kayım, M., 2013. Comparison of growth performance, gonadal structure and erythrocyte size in triploid and diploid brown trout (*Salmo trutta fario* L, 1758). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13: 571-580.
- Kim, D.S., Kim, I.B. and Baik, Y.G., 1986. A Report of triploid rainbow trout production in Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 19 (6): 575-580.
- Özden, O., Güner, Y. ve Kızak, V., 2003. Tatlısu balık kültüründe uygulanan bazı biyoteknolojik yöntemler. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 20: 563-574.
- Poontawee, K., Werner, C., Muller-Belecke, A., Horstgen-Schwark, G. and Wicke, M., 2007. Flesh qualities and muscle fiber characteristics in triploid and diploid rainbow trout. *J. Appl. Ichthyol.*, 23: 273-275.
- Quillet, E. and Gaignon, J.L., 1990. Thermal induction of gynogenesis and triploidy in Atlantic Salmon (*Salmo salar*) and their potential interest for aquaculture. *Aquaculture*, 89: 351–364.
- Refstie, T., Vassvik, V. and Gjedrem, T., 1977. Induction of polyploidy in salmonids by cytochalasin b. *Aquaculture*, 10: 65-74.

- Sonay, F.D., 2013. Triploid Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) Üretimi ve Büyüme Potansiyeli ve Et Kalitesinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Tekno. Müh. ABD, Trabzon.
- Tave, D., 1993. *Genetics for Fish Hatchery Manager*. 2nd Ed. New York.
- Teskeredzic, E., Donaldson, E.M., Teskeredzic, Z., Solar, II. and McLean, E., 1993. Comparison of hydrostatic pressure and thermal shocks to induce triploidy in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture*, 117: 47-55.
- Thorgaard, G.H. and Disney, J.E., 1990. Chromosome preparation and analysis. In, Schreck, C.B. and Moyle, P.B. (Eds): *Methods for Fish Biology*. American Fisheries Society, 171-190.
- Thorgaard, G.H., 1983. Chromosome set manipulation and sex control in fish. In, *Fish Physiology*, Vol. IX, Part B. Hoar, W.S., Randall, D.J. and Donaldson, E.M. (Eds). Academic Press, New York, 405–434.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2013. Su Ürünleri İstatistikleri (Fisheries Statistics).
- Uluşınar, M. ve Alaş, A., 2002. *Balık Sitogenetiği ve Laboratuvar Teknikleri*, ISBN: 975-93178-0-X, Isparta, 371 s.