



## Triploit ve Diploit Alabalıkların Vücut Kompozisyonları Arasındaki Farklılıklar

Suna Gül GÜNDÜZ<sup>1\*</sup>, Büket Buşra GÖZÜ<sup>2</sup>, Özden BAŞTÜRK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü, Mersin

<sup>2</sup>Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Mersin

\*E-mail: sunagulgunduz@yahoo.com Tel: 0 324 341 28 15

Geliş tarihi : 10.02.2011

Kabul tarihi: 17.05.2011

### Özet

Günümüzde, yetiştiricilik için geliştirilmiş olan triploit oluşturulması, steril salmonların verimli bir şekilde üretilmesi için kullanılan en etkili yöntemlerden biridir. Balıklar cinsi olgunluğa eriştiklerinde, enerjilerinin çoğunu üremek için harcamaktadırlar. Bunun sonucunda düşük büyüme oranı, yüksek ölüm oranı ve düşük et kalitesi gözlenmektedir. Bu nedenle, pazarlanabilir boyuta ulaşmadan önce cinsel olgunluğa erişen balıklarda triploit üretimi tercih edilmektedir. Yapılan çalışmalarda, triploitlerde diploitlerden daha yüksek bir vücut ağırlığı ve karkas yüzdesi olduğu tespit edilmiştir (6 kg ile 4 kg ve %66 ile %52). Triploit balıklarda daha düşük elektrik iletkenliği değerleri ile daha koyu ve daha kırmızı et rengi gözlenmiştir. Triploit alabalığın filetoalarının diploitlerden daha fazla yağ ve daha az nem içerdiği (sırasıyla %6 ile %3 ve %68 ile %74), protein içeriği üzerine ploidin etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Çoğu balık türünde triploitler, diploitle kıyasla önemli derecede daha iyi yaşama oranı, büyüme ve yem dönüşüm oranı sergilemektedirler. Sonuçlara göre triploidizasyon uygulamalarının ticari olarak geçerliliğinin olabilmesi için konu ile ilgili çalışmaların sürdürülmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Alabalık, Diploit, Triploit, Vücut kompozisyonu.

### Giriş

Biyoteknoloji uygulamaları arasında yer alan genetik manipülasyon, hücrelerin kromozomları ve genleri üzerinde amaca yönelik yapılan değişiklikleri kapsamaktadır. Birçok balık türünde dış döllenme görüldüğünden, kromozom sayılarıyla oynamak nispeten kolaydır. Balık

yetiştiriciliğinde, üretime alınan balığın daha hızlı gelişmesi, hastalıklara karşı dayanıklı olması, yem dönüşüm oranının artırılması, üreme dönemindeki istenmeyen morfolojik değişikliklerin (alabalıklarda alt çenenin yukarıya kıvrılması) ortadan kaldırılması gibi, yetiştiricilik açısından önemli





konulardaki biyoteknolojik faaliyetler günümüzde devam etmektedir. Bununla birlikte bu konu, ülkemiz için önem verilmesi beklenen yeni bir alandır.

Türkiye'de büyük bir paya sahip gökkuşağı alabalıklarının yetiştiriciliğinde, verim artırıcı yöntemlerin geliştirilmesi ve uygulanması oldukça önemlidir. Bu yöntemlerden biri de steril, yani kısır popülasyonların üretilmesidir. Triploit gökkuşağı alabalığı üretimiyle cinsiyet ürünlerinin oluşumu için kullanılan enerjinin büyük bir kısmı et üretimine harcanarak, balıkların daha fazla ağırlık kazanması ve ekonomik değerlerinin artması sağlanabilmektedir. Triploit bireyler, yetiştiricilikte ve doğal ortamdaki popülasyonların yönetiminde bazı avantajlar sağlamaktadır. Bu nedenle, kültür balıkçılığında yumurtalara ısı şoku uygulamasıyla triploit birey üretimi Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Fransa, Japonya, Avustralya gibi bazı ülkelerde yaygın bir şekilde uygulanmaktadır (Tave, 1993).

Triploidizasyon uygulamaları, yetiştiriciliği yaygın olan salmonlarda steril birey üretimi için kullanılmaktadır ve akuakültür endüstrisi açısından birçok pratik avantajlar sunmaktadır. Bu tür manipulasyonlar, metabolik enerjinin gamet üretimi yerine somatik büyüme için kullanılmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda kısır balıkların parlak gümüşü renklerini korumaları sayesinde tüketici tarafından daha yüksek kaliteli bir ürün olarak kabul görmesine neden olmaktadır (Özden vd., 2003). Triploitler, ekstra genetik materyale yer açabilmek için daha büyük hücre hacmi ve daha fazla nükleus büyüklüğüne sahip iken, hücre sayıları diploitlerden daha azdır. Ayrıca triploitlerin somatik hücrelerinde, diploitteki iki set kromozom yerine, üç set kromozom takımı bulunmaktadır (Benfey, 2001; Shrimpton et al., 2007). Balıklar cinsi olguluğa eriştiklerinde, enerjilerinin çoğunu üreme için harcadıklarından, balıklarda düşük büyüme oranı, ölüm oranının artışı ve düşük et kalitesi gözlenmektedir. Bu nedenle triploit balıkların üretimi, pazarlanabilir boyuta ulaşmadan önce cinsel olguluğa erişen

balıklarda tercih edilmektedir (Donaldson ve Devlin, 1996; Budino vd., 2006). Olgunlaşan alabalıklarda görülen mortalite, triploidizasyon oluşumuyla önlenebilmektedir. Bunun yanı sıra lifteki aşırı büyüme nedeni ile yetişkin triploit gökkuşağı alabalığı daha hızlı gelişmekte ve et kalitesi diploit balıklardan daha iyi olmaktadır. Diploit balıklardan farklı olarak triploidizasyon yoluyla üretilen steril salmonlar, ergin boya geldiklerinde morfolojik olarak diploitlerle aynı görünmekte ve entansif kültür şartları altında normal fonksiyonlara sahip olmaktadır (Özden vd., 2003; Poontawee vd., 2007).

Triploit balıkların yaşama ve büyüme oranının diploitle göre daha az veya benzer olduğu belirtilmektedir. Bazı türlerde, triploit balıkların büyüme oranının cinsel olguluğa ulaştıktan sonra diploitlerden daha fazla olduğu saptanmıştır (Rottmann vd., 1991) Birçok balık türünün olgunlaşma döneminde büyüme farklılıkları görülürken, daha erken dönemlerinde ise ağırlık ve boy büyümesinde önemli bir farklılık görülmediği bildirilmektedir (Valenti, 1975; Lincoln ve Scott, 1984; Tave, 1993). Triploitlerin diploitle göre daha yüksek kondisyon faktörü ile fileto verimi ve organlar arası yağ içeriğine sahip olduğu belirtilirken, hepatosomatik indekslerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Lincoln ve Scott, 1984). Alabalık ve diğer birçok balık türünde yapılan çalışmalarda triploit oluşturma işleminin erken dönemlerde morfolojik bir farklılığa yol açmadığı görülmüştür (Beck ve Biggers, 1983; Lincoln ve Scott, 1984).

Atlantik salmonda diploit ve triploit alabalıkların cinsel olgunlaşma ve büyüme performansının incelendiği bir çalışmada, triploitlerde yem alımının diploitlerden oldukça yüksek olduğu bunun sonucunda daha fazla büyüme gösterdiği belirlenmişken, seksüel olgunlaşma yaşında ise farklılık olmadığı gözlenmiştir. Aynı çalışmada diploit ve triploit Atlantik salmonlarda morfolojik deformasyon ve ölüm oranı yönünden herhangi bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir (Oppedal vd., 2003).



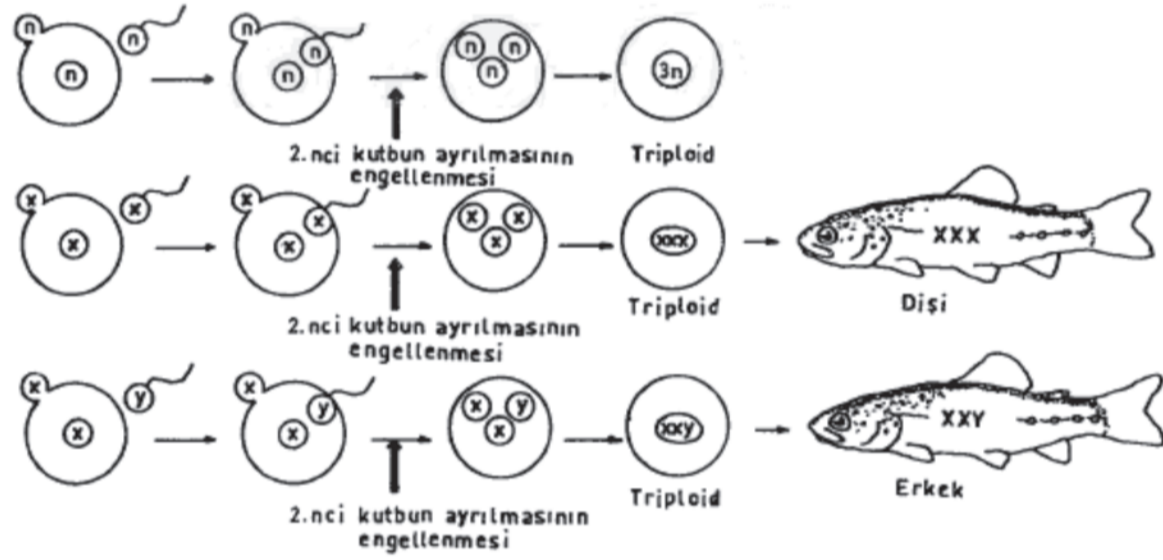


Ülkemizde triploidizasyon uygulamalarıyla ilgili çok fazla çalışma bulunmadığı için triploit balıklarla ilgili çalışmaların sayısının artması ve bu konuda kapsamlı araştırmaların yapılması gerekmektedir. Bu derlemede, triploit alabalıklar ile diploit alabalıkların vücut kompozisyonları arasındaki farklılıklar genel olarak sunulmuştur.

### Triploidizasyon

Triploidizasyon, birçok salmon türünde, döllenmeden hemen sonra yumurtalara kısa bir süre sıcaklık veya basınç şoku uygulayarak, ikinci polar cismin alıkonulması ve mayozun engellenmesi

suretiyle kolaylıkla yapılabilen bir yöntemdir (Şekil 1). Balık yumurtalarının döllenmesi sonucu ikinci polar cisimcik ortaya çıkmaktadır. Spermin yumurtaya girip döllenmenin gerçekleşmesi, ikinci polar cisimciğin ayrılması için bir stimülasyon oluşturmaktadır. Ancak yeni döllenmiş bir yumurta şoklanacak olursa, bu şok ikinci polar cismin ayrılmasına engel olmaktadır. Bunun sonucu olarak döllenmiş yumurta, biri spermden diğer ikisi yumurtadan (birinci ve ikinci polar cisimcikler) olmak üzere üç haploit çekirdek kapsamaktadır. Üç haploit çekirdek daha sonra triploit ferdi oluşturacak olan, triploit zigot nükleusu şekillendirmek için kaynaşmaktadır (Shrimpton vd., 2007).

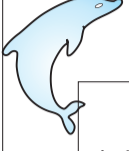


**Şekil 1.** Balıklarda şok uygulamasıyla triploit bireylerin elde edilmesinin şematik olarak gösterilmesi (Kankaya, 1998).

Triploit uygulaması esnasında yapılan şoklamada, sıcak veya soğuk şok, hidrostatik basınç ve kolşisin, sitokalsin B, N<sub>2</sub>O gibi kimyasallar kullanılmaktadır. Döllenmeden sonra şok başladığı zaman, şok yoğunluğu ve şok süresi, oosit gelişim derecesi ve yumurta büyüklüğü de önemlidir. Balıklarda soğuk, sıcak ve basınç şokları yaygın bir şekilde uygulanırken, kimyasal şoklar daha az kullanılmaktadır (Okumuş, 2008).

Atlantik salmonda (*Salmo salar*) sitokalsin B kullanımı ve *Salvelinus fontinalis*'de kolşisin uygulaması üzerine yapılan bir çalışmada, mozaik bireylerin oluştuğu belirlenmiştir (Felip vd., 2001). Arai ve Wilkins (1987), kahverengi alabalıkların sıcaklık şoku ile triploidizasyonu incelemiş, en yüksek triploit oranının 32°C'de 6 dakika bekletme ile elde edildiğini tespit etmiştir.





Triploidizasyon uygulamasının temel amacı, triploitlerin steril olmaları ve olgun balıklarda daha iyi bir büyüme ve daha yüksek bir yaşama oranı elde edilmesidir. Triploitlerin steril olması, üç kromozom setine sahip olmaları nedeniyle mayoz sırasında gametik uyumsuzlukların meydana gelmesiyle açıklanabilmektedir. Üretilen gametler genellikle düzenlenmemiş kromozom sayısı içeren anöploit olup, bu gametler uzun süre yaşayamayan anormal ve kısa ömürlü nesiller üretmektedirler. Yapılan araştırmalara göre, erkek triploit balıklar olgunlaşarak gamet üretebilir ancak bu sperm anöploit kromozom komplementleri taşıdığından yaşayabilir döl verme yeteneğinden uzak bir özellik göstermektedirler. Triploit dişiler ise kısır olup çoğunlukla bağ dokudan ibaret olan küçük ovaryumlarında genelde birkaç olgunlaşmamış yumurta hücresi bulundurmaktadırlar (Özden vd., 2003).

Steril triploit balıklar üzerine yapılan araştırmalar gün geçtikçe artmaktadır. Gökkuşuğu alabalığı ile yapılan çalışmalar, olgun triploitlerin büyüme oranının diploitlere göre daha iyi olduğunu göstermektedir. Sterilite, üremenin istenmediği, kontrol edilmesi gerektiği durumlarda da bazı avantajlar sağlar. Ayrıca triploit bireyler doğal olarak nesil vermeyen steril fertler olduğu için metabolize enerjinin gonad gelişimine harca-cakları kısmını büyümeye sarf etmektedirler. Normal diploit fertlere göre cinsel olgunluk döneminde daha hızlı büyüdükleri, yaşama oranlarının daha yüksek olduğu, normal fertlerde üreme sonrası gözlenen hastalıklara karşı daha dayanıklı oldukları belirtilmektedir (Thorgaard and Disney, 1990; Tave, 1993).

Triploidinin, balık fiziolojisi üzerine olan iki temel etkisi bulunmaktadır. Bunlardan ilki gametogenezin zayıflaması ve gonad gelişiminin önlenmesi, diğeri ise hücre büyüklüğü ve sayısındaki değişiklikler olarak sıralanabilmektedir. Salmonların triploit erkekleri, triploit dişilerden daha büyük gonadlara sahip olup, çoğu

kez fonksiyonel spermatozoa üretebilmektedirler. Ancak bu spermatozoalar anöploid karakterde olup diploit dişilerden yumurtaların döllenmesi ile yavru üretimini gerçekleştiremez (Benfey, 2001). Triploit erkeklerin olgunlaşma zamanında ikincil cinsiyet karakterleri ve gonad gelişiminde önemli değişiklikler görülürken, karkas oranında ve et kalitesinde azalma olmaktadır. Üretim istasyonlarında bulunan triploit ile diploit balıkların performansları karşılaştırıldığında; üretimde triploit dişilerin kullanımının, normal cinsiyet olgunluk zamanı geçmiş büyüklükteki bireylerde avantajlı olduğu görülmektedir (Foresti, 2000).

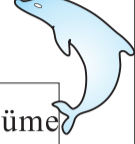
Galbreath ve Thorgaard (1997), triploit Atlantik salmon ile kahverengi alabalık hibritlerinin deniz suyu performanslarını incelemiştir. Çalışmada triploitlerde hasat ağırlıkları arasındaki istatistiksel farklılığın diploitlere göre önemli olduğu, diploit balıklarda yaşama oranının triploitlere göre daha düşük (sırasıyla %43 ve %48) olduğu belirlenmiştir.

### **Triploit ve Diploit Balıkların Vücut Kompozisyonları**

Triploit ve diploit balıkların vücut kompozisyonları hakkında literatürde çok fazla bilgi bulunmamasına rağmen, yapılan çalışmalarda triploitlerin diploitlerden daha yüksek bir vücut ağırlığı ve karkas yüzdesine (6 kg ile 4 kg ve %66 ile %52) sahip olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra triploit ve diploit balıklarda ölümün hemen ardından ve 5 saat sonra ölçülen pH değerleri arasında bir fark olmadığı, elektriksel iletkenlik değerlerinin ise diploit balıklarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Besinsel yönden ise triploit alabalığın filetoalarının diploitlerden daha fazla yağ ve daha az nem içerdiği (sırasıyla %6 ile %3 ve %68 ile %74), protein içeriği, kül ve su tutma kapasitesi üzerine ise ploidin etkisinin olmadığı saptanmıştır (Foresti, 2000; Maxime, 2008).





*Oncorhynchus mykiss*'te yapılan 9 aylık büyüme çalışmasında diploit ve triploitlerde yumurta gelişimi, besin kompozisyonu, kaslardaki yağ asit kompozisyonu ve iç organlarda yağ oranı incelenmiştir. Buna göre diploit ve triploit balıklar arasında büyüme parametrelerinde herhangi bir farklılık gözlenmezken, gonadosomatik indeks diploitlerde daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca diploit balıklarda kaslardaki yağ oranında çalışma süresince önemli değişim görülmezken, triploitlerde kaslarda ve iç organlarda yağ oranının artış gösterdiği bildirilmiştir. Aynı çalışma sonucunda diploit balıkların üreme döneminde iç organlarındaki yağları kaslardan daha öncelikle kullandıkları, triploitlerin ise depo ettikleri belirtilmiştir (Manor, 2009). Jia vd. (2010), Pasifik salmonlarda (*Oncorhynchus masou*) yaptıkları bir çalışmada, farklı protein ve yağ içerikli yemlerin, triploit ve diploit balıkların vücut kompozisyonu ve büyüme performansı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yüksek protein ve yağ içerikli yemlerle beslenen diploit ve triploit balıklar arasında büyüme performansı, vücut kompozisyonu ve kaslardaki esansiyel yağ asitleri yönünden farklılık bulunmadığı, yüksek yağ içerikli yemlerle beslenen gruplarda kontrole göre kaslardaki ham yağ oranının daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

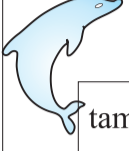
Balıkların vücut ağırlığının büyük bir parçasını (Salmonidlerde %65) kasların oluşturduğu bu yüzden somatik büyümenin kas dokusu ile yakından ilgili olduğu belirtilmektedir (Moyes ve West, 1995). Memelilerden farklı olarak balıkta kas büyümesinin, yetişkin yaşamında da yeni liflerin oluşumu ile devam ettiği bilinmektedir. Balıklarda; türe, kas tipine ve diyetteki değişime bağlı olarak görülen kas büyümesi ile lifteki hiperplazi ve hipertrofi gelişim evresi süreci de saptanabilmektedir (Weatherley vd., 1988; Fauconneau vd., 1997). Triploit ve

diploit salmonlarda, kas lifindeki büyüme dinamiği triploit oluşumundan etkilenmektedir (Suresh ve Sheehan, 1998). Triploit balıkların diploitlerden daha koyu ve daha kırmızı bir et rengine sahip olmasının nedeni triploitlerde, dış diploitlerde olduğu gibi beslenme rejimi ile kırmızı pigmentlerin gonadlara aktarıldığı, ancak triploit balıkta gonad gelişimi daha az olduğu için aktarılan pigmentlerin kaslarda birikerek fileto renginin daha kırmızı görülmesini sağladığı olarak açıklanmaktadır (Christiansen ve Torrissen, 1997; Maxime, 2008).

Triploit ve diploit balıkların beyaz ve orta kas liflerinin vücuttaki dağılımı farklılık göstermektedir. Triploit gökkuşuğu alabalığında sırt ve pelvik yüzgeç bölgelerinde beyaz ve orta kas lif alanları diploitlerden daha yüksektir. Ayrıca, triploitlerin pelvik yüzgeci bölümünde beyaz kas lifleri (triploitte 11000 m<sup>2</sup>, diploitte 2500 m<sup>2</sup>) sırt yüzgecinden daha fazla bulunduğu belirtilmektedir (Poontawee vd., 2007).

Triploit ve diploit balıkların et verimliliği üzerine yapılan çalışmalarda, triploit Avrupa deniz levreği ve gökkuşuğu alabalığında diploitlerden daha yüksek et verimliliği elde edildiği, triploit çipuralar ile diploitler arasında ise önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir (Peruzzi vd., 2004; Haffray vd., 2005; Werner vd., 2008).

Triploit gökkuşuğu alabalığı kasları, kantaksantin bağlama kapasitesine sahiptirler. Fakat diploitlerde üremenin başlamasıyla birlikte kantaksantin bağlama kapasitesinde azalma görülmektedir. Bu durum triploit balıkların işlenmesinde ve tüketilmesinde avantajlar sağlamaktadır (Choubert ve Blanc, 1985; Choubert vd., 1997). Gökkuşuğu alabalığında karışık cinsiyet stoklarının karşılaştırıldığı bir çalışmada, dış triploit stoklarda büyümenin daha iyi olduğu görülmüştür. Buna karşılık, Atlantik salmonunda



tamamen dişi triploit bireylerin, karışık cinsiyet stoklarına göre büyüme açısından avantaj sağlamadığı gözlenmiştir (Felip vd., 2001). Gökkuşuğu alabalığında yapılan çalışmada, erkek triploit gökkuşuğu alabalığının, olgunlaşma zamanında ikincil cinsiyet karakterleri ve gonad gelişiminde önemli değişiklikler görülmüştür. Ayrıca karkas görünümü ile et kalitesinde azalma olduğu belirlenmiştir.

Diğer taraftan dişi triploit balıkların, normal olarak minimal gonad gelişimine sahip oldukları ve olgunlaşma periyodu süresince karkas kalitesini korudukları tespit edilmiştir. Üretim istasyon-larındaki triploit balıkların performansı, diploit bireylerle karşılaştırılabilir bulunmuş ve triploit dişilerin kullanımının, normal cinsiyet olgunluk zamanı geçmiş büyüklükteki bireylerde daha önemli olduğu saptanmıştır (Foresti, 2000).

Biyoteknolojik uygulamalar arasında tek cins popülasyonların üretimi yaygındır. Tek cins popülasyonun yetiştiricilikte tercih edilmesinin bazı avantajları bulunmaktadır. Kültürü yapılan birçok balık türünde, dişi bireyler erkeklerden daha hızlı büyüdüğü ve daha az saldırgan olduğu için, sadece dişi bireylerden oluşan popülasyonun kullanılması ile daha az stresli ve hastalıklara karşı daha dirençli bireyler üretilebilmektedir. Bu özelliklerinden dolayı birçok türün yetiştiriciliğinde popülasyonun tamamen dişi bireylerden oluşması tercih edilmektedir.

Ancak, bu popülasyonlardaki bireylerin eşeyssel olgunlaşma sürecinde aldıkları enerjinin büyük bölümünü gonad gelişimine harcaması, et veriminde azalmaya yol açmaktadır. Bireyler steril hale getirilip, enerjinin üreme faaliyetlerine harcanması önlenerek bu sorun ortadan kaldırılmaktadır. Triploidizasyon uygulaması ile, eşeyssel olgunluğa ulaşan salmonlarda üreme sonrası görülen ölümler ve düşük et kalitesinin oluşması engellenebilmektedir (Özden vd., 2003).

## Sonuç

Su ürünleri yetiştiriciliğinde birçok farklı alanda daha fazla ürün elde etmeye katkı sağlayan biyoteknoloji uygulamaları; eşeyssel olgunlaşma yaşını düşürerek, organizmaların büyüme hızını, yumurta verimini ve larval safhadaki yaşama oranını artırmaktadır. Ayrıca kültürü yapılan balıklarda hastalıklara karşı direnç, yemin ete dönüşüm oranı ve et kalitesi yükseltilebildiği için, su ürünlerinde biyoteknolojinin kullanılması büyük önem taşımaktadır (Şahin, 2003; Özdemir vd., 2007).

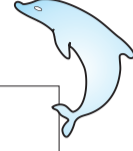
Günümüzde yetiştiricilik için geliştirilmiş triploit oluşturulması, steril salmonların verimli bir şekilde üretilmesi için kullanılan en etkili yöntemlerden biri olup, olgunlaşan alabalıklarda görülen mortalite, triploidizasyon oluşumuyla önlenmektedir. Bunun yanı sıra lifteki aşırı büyüme nedeni ile yetişkin triploit gökkuşuğu alabalığı daha hızlı gelişmekte ve et kalitesi diploit balıklardan daha iyi olmaktadır.

Ayrıca triploidizasyon yoluyla üretilen steril salmonlar, ergin boya geldiklerinde morfolojik olarak diploit balıklarla aynı görünmekte ve entansif kültür şartları altında normal fonksiyonlara sahip olmaktadır (Özden vd., 2003; Poontawee vd., 2007).

Çoğu balık türünde triploitler, diploidlere kıyasla önemli derecede daha iyi yaşama, büyüme ve yem dönüşüm oranı sergilemektedirler. Popülasyon artışının kontrolü, juvenillerde büyümenin artması ve olgun balıklarda büyümenin gelişmesi için triploidizasyon uygulaması yararlı bulunmaktadır (Özden vd., 2003; Tiwary vd., 2004). Bu sonuçlar umut verici olmasına rağmen triploidizasyon uygulamalarının ticari olarak geçerliliğinin olabilmesi için bu konuda daha fazla çalışmanın sürdürülmesi gerekmektedir.







### Kaynaklar

- Arai, K., Wilkins, N.P. 1987. Triploidization of Brown Trout (*Salmo trutta*) by Heat Shocks, *Aquaculture*, 64: 97-103.
- Beck, M.L. ve Biggers, C.J. 1983. Erythrocyte Measurements of Diploid and Triploid *Ctenopharyngodon idella* X *Hypophthalmichthys nobilis* hybrids, *J. Fish Biol.*, 22: 497-502.
- Benfey, T.J. 2001. Use of Sterile Triploid Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) for Aquaculture in New Brunswick, Canada, *ICES Journal of Marine Science*, 58: 525-529.
- Budino, B., Cal, R.M., Piazzon, M.C. and Lamas, J. 2006. The Activity of Several Components of The Innate Immune System in Diploid ve Triploid Turbot, *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 145: 108-113.
- Choubert, G., Blanc, J. 1985. Flesh Colour of Diploid ve Triploid Rainbow Trout (*Salmo gairdneri* Rivh) Fed Canthaxanthin. *Aquaculture*, 47: 299-304.
- Choubert, G., Blanc, J. ve Vallee, F. 1997. Colour Measurement, Using the CIELCH Colour Space of Muscle of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), Fed Astaxanthin: Effect of Family, Ploidy, Sex, and Location of Reading. *Aquac. Res.* 28: 15-22.
- Christiansen, R. ve Torrissen, O. J. 1997. Effects Of Dietary Astaxantin Supplementation on Fertilization ve Egg Survival in Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.), *Aquaculture*, 153:5162.
- Donaldson, E.M. ve Devlin, R.H. 1996. Use of Biotechnology to Enhance Production, W. Pennell, ve B. A. Barton (eds), *Principles of Salmonid Culture*, Elsevier, New York. 9691020 pp.
- Fauconneau, B., Andre, S., Chmaitilly, J., Le Bail, P.Y., Krieg, F. ve Kaushik, S.J. 1997. Control of Skeletal Muscle Fibres ve Adipose Cell Size in The Flesh of Rainbow Trout, *J. Fish Biol.*, 50: 296314.
- Felip, A., Zanuy, S., Carrillo, M. ve Piferrer, F. 2001. Induction of Triploidy ve Gynogenesis in Teleost Fish With Emphasis on Marine Species, *Genetica*, 111: 175195.
- Foresti, F. 2000. Biotechnology and Fish Culture, *Hydrobiologia*, 420: 4547.
- Galbreath, P.F. ve Torgaard, G.H. 1997. Saltwater Performance of Triploid Atlantic Salmon *Salmo Salar* L X Brown Trout *Salmo trutta* L. Hybrids, *Aquaculture Research*, 28: 1-8.
- Haffray, P., Bruant, J.S., Facqueur, J.M. and Fostier, A. 2005. Gonadal Development, Growth ve Quality Traits in Triploids of The Protandrous Hermaphrodite Gilthead Seabream *Sparus aurata*. *Aquaculture*, 247: 107-117.
- Jia, Z., Wang, C., Xu, Q., Xu, H. ve Bai, Q. 2010. Effects of diets containing different protein and lipid levels on growth performances and body composition in diploid ve triploid Pacific salmon *Oncorhynchus masou*. *Journal of Dalian Fisheries University*, 4: 337-342.
- Kankaya, E. 1998. Gökkuşuğu Alabalığında (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Isı Şoku Uygulamasıyla Triploidi Oluşturulması Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Lincoln, R.F., Ve Scott, A.P. 1984. Sexual Maturation in Triploid Rainbow Trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish Biol.*, 25: 385-392.
- Maxime, V. 2008. The Physiology of Triploid Fish: Current Knowledge and Comparisons with Diploid Fish, *Fish and Fisheries*, 9: 6778.
- Manor, M.L. 2009. Effects of age and polyploidy on growth, composition, fatty acids, and egg development in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. MSc. Thesis. West Virginia University.
- Moyes, C.D. and West, T.G. 1995. Exercise Metabolism of Fish, P. W. Hochachka ve T. M. Mommsen (eds), *Biochemistry and Molecular Biology of Fishes*, Vol. 4. Elsevier Press, New York, 393434 pp.
- Okumuş, İ. 2008. Deniz Balıkları Yetiştiriciliği Ders Notları, KTÜ Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon.
- Oppedal, F., Taranger, G.L., Hansen, T. 2003. Growth Performance and Sexual Maturation in Diploid and Triploid Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in Seawater Tanks Exposed to Continuous Light or Simulated Natural Photoperiod. *Aquaculture*, 215: 145162.
- Özdemir, N., Alak, G. ve Çiltaş, A. 2007. Rotifer Kültüründe Biyoteknolojik Çalışmalar. *Ulusal Su Günleri*, 799-806.
- Özden, O., Güner, Y. ve Kızak, V. 2003. Tatlısu Balık Kültüründe Uygulanan Bazı Biyoteknolojik Yöntemler, *E. U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 20 (3-4): 563-574.





- Peruzzi, S., Chatain, B., Saillant, E., Haffray, P., Menu, B. ve Falguiere, J.C. 2004. Production of Meiotic Gynogenetic and Triploid Sea Bass, *Dicentrarchus labrax* L.: 1. Performances, Maturation and Carcass Quality. *Aquaculture*, 230: 41-64.
- Poontawee, K., Werner, C., Müller-Belecke, A., Hörstgen-Schwark G. ve Wicke, M. 2007. Flesh Qualities and Muscle Fiber Characteristics in Triploid and Diploid Rainbow Trout, *Appl. Ichthyol.*, 23:273275.
- Rottmann, R.W., Shireman, J.V. ve Chapman, F.A. 1991. Induction and Verification of Triploidy in Fish, SRAC Publication No. 427.
- Shrimpton, J.M., Sentlinger, A.M.C., Heath J.W., Devlin, R.H. ve Heath, D.D. 2007. Biochemical ve Molecular Differences in Diploid and Triploid Ocean-Type Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) Smolts, *Fish Physiol. Biochem.*, 33: 259268.
- Suresh, A.V. ve Sheehan, R.J. 1998. Muscle Fibre Growth Dynamics in Diploid ve Triploid Rainbow Trout, *Journal of Fish Biology*, 52: 570587.
- Şahin, T. 2003. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Biyoteknoloji. SUMAE Yunus Bülteni, 3(1): 2-5.
- Tave, D. 1993. Genetics For Fish Hatchery Managers. Second Edition, Van Nostrand Reinhold, USA, 415 pp.
- Thorgaard, G.H. ve Disney, J.E. 1990. Chromosome Preparation and Analysis. C.B. Schreck, ve P. B. Moyle (eds), *Methods For Fish Biology*, American Fisheries Society Bethesda, Maryland, USA. 171-190 pp.
- Tiwary, B.K., Kirubakaran, R. ve Ray, A.K. 2004. The Biology of Triploid Fish, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14: 391402.
- Weatherley, A.H., Gill, H.S. ve Lobo, A.F. 1988. Recruitment and Maximal Diameter of Axial Muscle Fibers in Teleosts ve Their Relationship to Somatic Growth ve Ultimate Size, *J. Fish Biol.*, 33: 851859.
- Werner, C., Poontawee, K., Mueller-Belecke, A., Hoerstgen-Schwark, G. ve Wicke, M. 2008. Flesh Characteristics of Pan-Size Triploid ve Diploid Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Reared in a Commercial Fish Farm. *Arch. Tierzucht-Arch. Anim. Breeding*, 51: 71-83.
- Valenti, R.J. 1975. Induced Polyploidy in *Tilapia aurea* (Steindachner) By Means of Temperature Shock Treatment, *J. Fish Biol.*, 7: 519-528.

