

TÜMÜ DİŞİ DİPLOİD VE TRİPLOİD GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ  
(*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) TATLI SU TİCARİ İŞLETME  
KOŞULLARINDA BÜYÜME PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Ayőe Hikmet PARLAK  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ  
ANABİLİM DALI

T.C.  
SİNOP ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜMÜ DIŐI DİPLOİD VE TRİPLOİD GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ  
(*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) TATLI SU TİCARİ İŞLETME  
KOŞULLARINDA BÜYÜME PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

AYŐE HİKMET PARLAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ  
ANABİLİM DALI

DANIŐMAN  
DOÇ. DR. İSMİHAN KARAYÜCEL

SİNOP – 2011

T.C.  
SİNOP ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma, jürimiz tarafından 01/08/2011 tarihinde yapılan sınav ile Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. İsmihan KARAYÜCEL



Üye : Yrd. Doç. Dr. Nilgün KABA



Üye : Yrd. Doç. Dr. Birol BAKİ



**ONAY :**

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

03/08/2011

Doç. Dr. Hünkar Avni DUYAR  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



**TÜMÜ DİŞİ DİPLOİD VE TRİPLOİD GÖKKUŞAĞI ALABALIĞININ**  
**(*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) TATLI SU TİCARİ İŞLETME**  
**KOŞULLARINDA BÜYÜME PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**ÖZET**

246 gün (8 ay) süre ile yürütülen bu çalışmada, tatlı suda ticari ekstrüde alabalık yemiyle beslenen diploid (D) ve triploid (T) gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) (ortalama ağırlıkları sırasıyla,  $1040.14 \pm 1.29$  g ve  $1039.73 \pm 1.57$  g) büyüme performansı, biyokimyasal kompozisyonu ve yağ asit miktarları bakımından karşılaştırılarak triploidinin büyüme üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Deneme sonunda diploidlerin canlı ağırlık artışı (D,  $2362.88 \pm 16.38$  g; T,  $2068.10 \pm 31.53$  g), spesifik büyüme oranı (D, %  $0.48 \pm 0.00$ ; T, %  $0.45 \pm 0.01$ ) ve oransal büyüme oranının (D, %  $227.17 \pm 1.40$ ; T, %  $198.92 \pm 3.33$ ) triploidlerden önemli oranda fazla olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Yaşama oranı mart, nisan ve mayıs aylarında gruplar arasında istatistiksel olarak fark göstermiş olmasına rağmen ( $p < 0.05$ ) deneme sonunda diploid ve triploid gruplar (sırasıyla %  $98.57 \pm 1.43$ ,  $82.38 \pm 7.39$ ) arasındaki fark önemli bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Yem tüketimi gruplar arasında fark göstermemiş ( $p > 0.05$ ), ancak diploidlerde yem değerlendirme sayısının (D,  $1.52 \pm 0.04$ ; T,  $1.86 \pm 0.06$ ) önemli oranda daha düşük olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ).

Hepatosomatik indeks ve karkas veriminin gruplar arasında fark göstermediği belirlenmiş ( $p > 0.05$ ) ancak iç organlarda yağlanmanın göstergesi olan viserosomatik indeksin triploidlerde önemli oranda yüksek olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Triploidlerin etlerinde daha düşük protein ve daha yüksek yağ oranı belirlenmiş, ayrıca karaciğerde önemli oranda yağlanma gözlenmiştir ( $p < 0.05$ ).

Etteki yağ asitleri bakımından yalnızca çoklu doymamış yağ asitlerinden dekosahegzaenoik asidin (C22:6 $\omega$ 3) gruplar arasında fark gösterdiği belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Bunun dışında yağ asitleri bakımından önemli bir fark tespit edilmemiştir ( $p > 0.05$ ).

Bu çalışma sonucunda 12. ve 20. aylar arasında diploidlerin büyüme performansı ve yaşama oranlarının triploidlerden önemli oranda daha iyi olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), diploid, triploid, büyüme performansı, biyokimyasal kompozisyon, yağ asitleri

**COMPARISON OF GROWTH PERFORMANCE OF ALL-FEMALE DIPLOID  
AND TRIPLOID RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) IN  
A COMMERCIAL FRESHWATER FISH FARM**

**ABSTRACT**

In this study, comparison of the growth performance, biochemical and fatty acid composition of diploid (D) and triploid (T) rainbow trouts (*Oncorhynchus mykiss*) (mean weights,  $1040.14 \pm 1.29$  g ve  $1039.73 \pm 1.57$  g, respectively) were aimed in a commercial freshwater fish farm for 8 months.

At the end of the experiment, the live weight gain (D,  $2362.88 \pm 16.38$  g; T,  $2068.1 \pm 31.53$  g), the specific growth rate (D,  $0.48 \pm 0.00$  %; T,  $0.45 \pm 0.01$  %) and the proportional growth rate (D,  $227.17 \pm 1.40$  %; T,  $198.92 \pm 3.33$  %) were determined higher in diploids ( $p < 0.05$ ). Although the differences between the survival rates of the groups in March, April and May were significantly different ( $p < 0.05$ ), at the end of the experiment differences between groups (D,  $98.57 \pm 1.43$  %, T,  $82.38 \pm 7.39$  %) were not important ( $p > 0.05$ ). The feed consumption was not different between groups ( $p > 0.05$ ) but the feed conversion ratio was lower for diploids than triploids ( $1.52 \pm 0.04$ ;  $1.86 \pm 0.06$ , respectively).

It was determined that the hepatosomatic index and the carcass yield did not differ between groups ( $p > 0.05$ ) but the viscerosomatic index which shows the internal fat deposition in the fish was determined higher for triploids than diploids ( $p < 0.05$ ).

There was no significant difference between groups for fatty acid composition in meat ( $p > 0.05$ ) except docosahexaenoic acid (C22:6 $\omega$ 3) ( $p < 0.05$ ).

At the end of this study, the growth performance of diploid groups were significantly better than triploids.

**Key words:** Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), diploid, triploid, growth performance, biochemical composition, fatty acids

## TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanmasında yardımını ve desteğini esirgemeyen danıőman hocam Doç. Dr. İsmihan KARAYÜCEL'e, Yrd. Doç. Dr. Seval DERNEKBAŞI, Yrd. Doç. Dr. Nilgün KABA, Yrd. Doç. Dr. Birol BAKİ'ye, arkadaşlarım Serpil YAVUZ, İrfan KESKİN, Olcay KIRIKOğLU, Can ERK, Arzu ÇAM, Elif Seda GÜRÇAN, Murat KERİM, Müzeyyen VİCDANLI, deneme ve balık materyalini sağlayan Kuzey Su Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti. sahibi Osman PARLAK'a ve maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teőekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Gökkuşığı Alabalığı ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	3
2.2. Tek Eşeyli Balık Üretimi	3
2.2.1. Hormonal Uygulama	4
2.2.1.1. Direkt uygulama	4
2.2.1.2. Dolaylı uygulama	5
2.2.2. Genetik Uygulama	6
2.2.2.1. Gaynogenez	6
2.2.2.2. Androjenez	9
2.3. Balıklarda Triploidi	11
2.3.1. Triploid Üretim Mekanizması	11
2.3.2. Triploid Balık Üretiminde Kullanılan Yöntemler	14
2.3.2.1. Fiziksel ve kimyasal şoklar	14
2.3.2.2. Genetik yöntemler	15
2.3.3. Triploidi Belirleme Yöntemleri	15
2.3.3.1. Karyotipleme	16
2.3.3.2. Eritrosit ölçümü	17
2.3.3.3. Akım sitometri	17
2.3.3.4. NORs analizi	18
2.3.3.5. Coulter sayacı (Elektronik sayım)	18
2.3.4. Triploidinin Balıklar Üzerindeki Etkileri	19
2.3.4.1. Üreme	19
2.3.4.2. Büyüme	20

2.3.4.3. Yaşama oranı	21
2.3.4.4. Hastalık	21
2.3.4.5. Et kalitesi	21
2.3.4.6. Davranış	22
2.3.4.7. Deformasyon	22
3. LİTERATÜR ÖZETİ	23
3.1. Salmonidae Türleri Üzerinde Yapılan Çalışmalar	23
3.2. Diğer Türler Üzerinde Yapılan Çalışmalar	26
4. MATERYAL ve YÖNTEM	28
4.1. Materyal	28
4.1.1. Deneme Yeri	28
4.1.2. Balık Materyali	28
4.1.3. Yem Materyali	29
4.1.4. Deneme Kafesleri	29
4.2. Yöntem	30
4.2.1. Deneme Süresi	30
4.2.2. Deneme Düzeni	30
4.2.3. Denemede Kullanılan Triploid Balıkların Ploidi Seviyesinin Belirlenmesi	31
4.2.4. Balıkların Yemlenmesi	32
4.2.5. Balıkların Boy-Ağırlık Ölçümü	32
4.2.6. Büyüme Performansı Parametrelerinin Belirlenmesi	33
4.2.6.1. Canlı ağırlık artışı (CAA)	33
4.2.6.2. Yaşama oranı (YO)	33
4.2.6.3. Spesifik büyüme oranı (SBO)	33
4.2.6.4. Oransal büyüme oranı (OBO)	33
4.2.6.5. Yem tüketimi (YT)	33
4.2.6.6. Yem değerlendirme sayısı (YDS)	33
4.2.6.7. Kondisyon faktörü (KF)	34
4.2.6.8. Karkas verimi (KV), hepatosomatik indeks (HSI) ve viserosomatik indeks (VSI)	34
4.2.7. Kimyasal Analizler	34
4.2.7.1. Ham protein analizi	34



4.2.7.2.	Ham yağ analizi	35
4.2.7.3.	Ham kül analizi	35
4.2.7.4.	Kuru madde analizi	35
4.2.7.5.	Yağ asitleri analizi	36
4.2.8.	İstatistiksel Değerlendirme	36
5.	BULGULAR	37
5.1.	Denemede Kullanılan Triploid Balıkların Karyotipine ve Gonadlarına İlişkin Bulgular	37
5.2.	Su Parametrelerine İlişkin Bulgular	37
5.3.	Büyüme Performansı ve Yaşama Oranına İlişkin Bulgular	39
5.4.	Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Sayısına İlişkin Bulgular	42
5.5.	Kondisyon Faktörüne İlişkin Bulgular	44
5.6.	Hepatosomatik İndeks, Viserosomatik İndeks ve Karkas Verimine İlişkin Bulgular	44
5.7.	Vücut Kompozisyonu Değerlerine İlişkin Bulgular	46
5.8.	Yağ Asitleri Kompozisyonuna İlişkin Bulgular	48
6.	TARTIŞMA	55
6.1.	Büyüme	55
6.2.	Yaşama Oranı	56
6.3.	Yem Değerlendirme	56
6.4.	Hepatosomatik İndeks, Viserosomatik İndeks ve Karkas Verimi	57
6.5.	Vücut Kompozisyonu	58
6.6.	Yağ Asitleri	60
7.	SONUÇ	63
	KAYNAKLAR	65
	ÖZGEÇMİŞ	71

## ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ

### ŞEKİLLER

#### Sayfa No

Şekil 2.1. Gökkuşığı alabalığında cinsiyet değişimi ve kontrollü üretim programıyla sadece dişi balık üretimi	6
Şekil 2.2. Balıklarda basınç\ısıcak\soğuk şok uygulaması ile mayotik ve mitotik gainogenez uygulamasının şematik diyagramı	8
Şekil 2.3. Balıklarda basınç\ısıcak\soğuk şok uygulaması ile androgenesis uygulamasının şematik diyagramı	10
Şekil 2.4. Balıklarda basınç/ısı şoku uygulaması ile triploid ve tetraploid uygulaması	13
Şekil 2.5. Isı şokunun uygulandığı su banyosu	14
Şekil 2.6. Diploid gökkuşığı alabalığının karyotipi	16
Şekil 2.7. Gökkuşığı alabalığının eritrositleri	17
Şekil 2.8. Diploid ve triploid gökkuşığı alabalıklarında NORs içeren hücreler	18
Şekil 4.1. Çalışmanın yürütüldüğü tesisin kurulu olduğu alan	28
Şekil 4.2. Araştırmada kullanılan gökkuşığı alabalığı	29
Şekil 4.3. Araştırmada kullanılan kafesler	30
Şekil 4.4. Balıkların boy ve ağırlıklarının ölçülmesi	32
Şekil 5.1. Diploid ve triploid gökkuşığı alabalıklarının gonadları	37
Şekil 5.2. Deneme süresince sıcaklık değişimi	38
Şekil 5.3. Deneme süresince çözünmüş oksijen değişimi	39
Şekil 5.4. Deneme başlangıcı ve sonunda gruplar arasında canlı ağırlık değişimi	39
Şekil 5.5. Deneme gruplarının canlı ağırlık artışları, spesifik büyüme oranları ve oransal büyüme oranları	41
Şekil 5.6. Deneme gruplarında aylara bağlı yaşama oranları (%)	42
Şekil 5.7. Deneme süresince yem tüketiminin gruplar arasında aylara göre değişimi	43
Şekil 5.8. Deneme gruplarının toplam yem tüketimi, balık başına yem tüketimi ve yem değerlendirme sayıları	43

Şekil 5.9. Deneme gruplarının kondisyon faktörleri	44
Şekil 5.10. Deneme başlangıcı ve sonunda grupların hepatosomatik indeks, viserosomatik indeks ve karkas verimi	45
Şekil 5.11. Deneme başı ve sonunda ham protein, ham yağ, nem, ham kül, karaciğer yağ oranları	47
Şekil 5.12. Deneme sonunda balık etinde miristik asit, pentadesanoik asit, palmitik asit, heptadekanoik asit, stearik asit, araşidik asit ve toplam doymuş yağ asidi miktarları	49
Şekil 5.13. Deneme gruplarında balık etinde palmitoleik asit, heptadesenoik asit, oleik asit, eikosenoik asit ve toplam tekli doymamış yağ asidi miktarları	51
Şekil 5.14. Deneme gruplarında balık etinde linolenik asit, stearidonik asit, eikosatrienoik asit, eikosapentaeonik asit, dekosapentanoik asit, dekosahesanoik asit ve toplam çoklu doymamış yağ asidi miktarları	52
Şekil 5.15. Deneme gruplarında balık etinde linoleik asit, eikosadienoik asit, eikosatrienoik asit, araşidonik asit ve toplam çoklu doymamış yağ asidi miktarları	54

## ÇİZELGELER

### Sayfa No

Çizelge 4.1. Denemede kullanılan ticari ekstrüde alabalık yeminin kimyasal kompozisyonu	29
Çizelge 5.1. Aylara bağlı sıcaklık ve çözünmüş oksijen değişimi	38
Çizelge 5.2. Deneme gruplarında büyüme parametreleri	40
Çizelge 5.3. Deneme gruplarında aylara bağlı olarak yaşama oranı (%)	41
Çizelge 5.4. Deneme sonunda toplam yem tüketimi, balık başına yem tüketimi (YT) ve yem değerlendirme sayısı (YDS)	42
Çizelge 5.5. Grupların kondisyon faktörü değerleri	44
Çizelge 5.6. Grupların ortalama hepatosomatik indeks, viserosomatik indeks ve karkas verimi	45
Çizelge 5.7. Deneme gruplarında balık etinin kimyasal kompozisyonu	46
Çizelge 5.8. Deneme gruplarında balık etinde toplam doymuş yağ asitleri miktarları (%)	48
Çizelge 5.9. Deneme gruplarında balık etinde tekli doymamış yağ asitleri miktarları (%)	50
Çizelge 5.10. Deneme gruplarında balık etinde çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarları	51
Çizelge 5.11. Deneme gruplarında balık etinde çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarları	53

## SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ

### KISALTMALAR

CAA	Canlı ağırlık artışı
FSH	Folikül uyarıcı hormon
GnRH	Gonadotropin salgılatıcı hormon
KCD	Karma cinsiyetli diploid
LH	Luteinizan hormon
NORs	Nükleolar organize edici bölgeler
OBO	Oransal büyüme oranı
SBO	Spesifikbüyüme oranı
TDD	Tümü-dişi diploid
TDT	Tümü-dişi triploid
YDS	Yem değerlendirme sayısı
YO	Yaşama oranı

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızlı artışı ve insanlığın yeni protein kaynaklarına yönelmesi karşısında balıklar başta olmak üzere su ürünleri, besin maddeleri arasında önemli bir yer tutmaktadır. Günümüzde pek çok insan yeterince hayvansal protein alamamakta ve bu eksikliği bitkisel kaynaklardan sağlama yoluna gitmektedir. Her ne kadar soya, yer fıstığı, bezelye ve benzeri gıdalarda proteinler miktar olarak fazla olsa da, hayvansal gıdalar ve bunun içinde balık proteinleri biyolojik değer bakımından bitkisel proteinlerden üstün düzeydedir. Dolayısıyla insanların günlük ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin karşılanması bakımından balık eti çok büyük önem taşımaktadır (Anonim, 2011a).

Dünya su ürünleri yetiştiriciliği, besin üretim sistemleri içinde en hızlı büyüyen sektör olup yıllık büyüme oranı % 3.1 olan karasal hayvan üretimi ve % 1.6 olan balıkçılık ile karşılaştırıldığında % 10'a yaklaşan bir büyüme hızına sahiptir. Su ürünlerine olan talebin giderek artması ve avcılık yoluyla temin edilen balık miktarının sınırlı seviyede olması, su ürünleri yetiştiriciliğinde hızlı bir gelişmeye neden olmaktadır. Bu yüzden su ürünleri sektörünün, gelecek yıllarda besin ihtiyacının karşılanmasında üretim sistemleri içinde en büyük potansiyele sahip olduğu ön görülmektedir (Özden ve ark., 2003; Lymbery (2000)'den).

Yetiştiricilikten elde edilen balık üretimi dünya çapında son 40 yılda hızla artmıştır ve insan tüketiminde kullanılan balığın yarısına yakını yetiştiricilik yoluyla (% 44.3) sağlanmaktadır (FAO, 2010). Ülkemizde 2009 yılındaki TÜİK verilerine göre 653080 ton su ürünleri üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu üretimin 485939 tonu avcılık, 167141 tonu ise yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir (TÜİK, 2010).

Tarımın diğer sektörlerinde olduğu gibi su ürünleri yetiştiriciliğinde de ana amaç, mümkün olan en kısa zamanda, en verimli şekilde, daha büyük ve sağlıklı ürün elde etmektir. Bu sonucu elde etmede gelişen teknoloji ile birlikte; daha iyi yem formülasyonu belirleme, sağlık koşullarına özen gösterme, üreme teknolojisi ve genetik mühendislik uygulamalarından yararlanılır (Şahin, 2003).

Biyoteknoloji su ürünleri yetiştiriciliğinde son on yıldır önemli gelişmelere katkıda bulunmuştur. Biyoteknoloji; üreme, besleme, hastalıklar ve kültürü yapılan türlerin genetik olarak geliştirilmesi gibi alanlarda oldukça yararlıdır. Hew ve Fletcher (2001)'e göre biyoteknoloji önümüzdeki birkaç yıl içinde su ürünleri yetiştiricilik sektörünün kapasitesini ve kalitesini artırabilir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde

biyoteknoloji daha fazla ürün elde etme; eşeyssel olgunlaşma yaşını düşürme, organizmaların büyüme hızını, gamet verimini ve larval safhadaki yaşama oranını artırmada önemli faydalar sağlayabilir. Genetik mühendislik; kültürü yapılan canlının hastalıklara karşı direncini, yemin ete dönüşüm etkinliğini ve etin kalitesini yükseltebilir (Şahin, 2003).

Balık kültüründe kullanılan biyoteknolojik yöntemler üç başlık altında toplanabilir (Özden ve ark., 2003):

- Eşey kontrolü
- Gen manipülasyonları
- Kromozom manipülasyonları

Balıkların çoğunda dış dölleme meydana geldiğinden gen ve kromozom manipülasyonu ile transgenik balıklar ve kromozom sayısı ve kaynağı değiştirilerek ginogenetik, androgenetik, triploid ve tetraploid balıklar üretmek olasıdır. Hatta bu manipülasyonlar ile eşey kontrolü dahi yapılabilir.

Balıklarda kromozom manipülasyon tekniklerinden biri olan triploidinin oluşturulması çoğunlukla eşeyssel olgunlukla ortaya çıkan, düşük büyüme oranları, hastalık görülme sıklığında artış ve duyuşsal özelliklerin bozulması gibi problemleri önlemek amacıyla kullanılabilir. Triploidi ayrıca bazı melezlerin yaşama oranını artırmak için de kullanılabilir ve kültürü yapılan kabuklu ve balıkların genetik olarak korunması için olası bir yöntem olarak kabul edilir (Piferrer ve ark., 2009).

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)

Gökkuşığı alabalığının sistematikteki yeri (Anonim, 2011b):

Şube	Chordata (Kordalılar)
Alt şube	Vertebrata (Omurgalılar)
Üst sınıf	Osteichthyes (Kemikli balıklar)
Sınıf	Actinopterygii (Işınsal yüzgeçliler)
Alt sınıf	Neopterygii
Infra sınıf	Teleostei
Takım	Salmoniformes
Famulya	Salmonidae
Alt famulya	Salmoninae
Cins	<i>Oncorhynchus</i>
Tür	<i>Oncorhynchus mykiss</i>

Dünyada 2007 yılında 604695 tonluk alabalık üretimi gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde de gökkuşığı alabalığı yetiştirilen en önemli türler arasındadır. Yetiştiricilik üretiminin % 46.77'sini alabalık oluşturmaktadır. İçsularda 78165 ton, denizlerde ise 7079 ton üretimi yapılan alabalığın üretimi her geçen yıl artmaktadır (TÜİK, 2011). İç sularda 150 ton ve üzeri üretim kapasitesine sahip 309 adet, denizlerde ise toplamda 22 adet alabalık üretim tesisi mevcuttur (TUGEM, 2010).

### 2.2. Tek Eşeyli Balık Üretimi

Günümüzde gelişmiş ülkelerin büyük bir çoğunluğu gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üretimini tek eşeyli dişi popülasyonlar kullanarak gerçekleştirmektedir. Bunun en önemli sebebi gökkuşığı alabalığı erkeklerinin bir yaşında eşeyssel olgunluğa ulaşabilmelerinden dolayı enerjilerinin büyük bir kısmını gonad gelişimine yönlendirmeleri ve böylece büyümelerinin yavaşlamasıdır. Ayrıca kaslarda depolanan glikojen miktarının da azalmasıyla birlikte et kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Ülkemizde gökkuşığı alabalığı 8-12 aylık bir süreç sonunda 250 g civarında pazarlanmaktadır. Ancak sonbahar mevsiminin başlarında yapılan satışlarda erkek bireyler renk koyulaşması ve alt çenede kıvrılma gibi ikincil eşey karakterleri gösterirler ve bu pazarlama aşamasında sorun olmaktadır (Arslan ve ark., 2010).



Bunun yanında Karadeniz’de ve iç sularda ağ kafeslerde yetiştirilen ve somon adıyla pazarlanan, 1 kg ve üzerinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğine talep giderek artmaktadır. Kiloluk gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği steril ve/veya tamamı dişi popülasyon kullanılarak daha verimli hale getirilebilir. Bu sayede enerjisini gonad üretimine harcamayan kısır balıklar ikincil eşey karakterleri de göstermeyerek görünüş açısından da cazip hale gelir (Şahin, 2003). Balıklarda eşey değiştirme ve kısırlaştırma uygulaması hormonal ve genetik olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilebilir (Özden ve ark., 2003).

## **2.2.1. Hormonal Uygulama**

### **2.2.1.1. Direkt uygulama**

Gelişimlerinin ilk evrelerinde eşey hormonlarına maruz bırakılarak balıkların eşeyleri değiştirilebilir. Androjenler erkek balık üretilmesinde, östrojenler ise dişi balık üretilmesinde kullanılır. Hormon kullanımıyla eşey değişiminin, kromozom manipülasyonlarına oranla birçok avantajı vardır. Bunlar arasında yüksek yaşama oranı, daha ucuz ve daha kolay bir uygulama olması sıralanabilir. Ancak balıklarda eşey dönüşümü için kullanılan hormonlar insan tüketimi için üretilen canlılarda kullanılamamaktadır. Ayrıca hormon uygulaması sonucunda % 100 eşey dönüşümü gerçekleşmeyebilir ve balıkların küçük bir kısmı hermafrodit ya da kısır olabilir (Feist ve ark., 1996).

Eşey hormonları balıklara; yeme karıştırılarak, enjeksiyonla veya hormonlu suda banyoya tabi tutma olmak üzere türlerin gelişim özelliklerine göre üç şekilde uygulanabilir (Karayücel ve ark., 2001). Hormon uygulamasında kullanılan en basit yöntem hormonun yeme katılarak verilmesidir. Salmonlarda (Salmonidae) dişileştirme için yaygın olarak kullanılan hormon 17- $\beta$ -östradiol olup ayrıca sentetik steroidlerden olan östradiol benzoat ya da dietilstilbestrol da kullanılabilir (Feist ve ark., 1996). Uygulamanın başlangıcı, süresi, hormon seçimi ve dozu eşey değişiminde dikkat edilmesi gereken parametrelerdir (Donaldson ve ark., 1996).

Tilapia (*Oreochromis niloticus*) yavruları besin kesesinin çekilmesini takiben 1., 5., 10. ve 20. günlerde 60 mg/kg metiltestosteron ilave edilmiş yem ile 28 gün süresince beslenmiştir. Çalışma sonucunda ortalama % 94 erkekleştirme sağlanmıştır (Sezgi ve Bekcan, 2008). Sazan balığı (*Cyprinus carpio*) yavruları döllenen sonra 40-70. günler arasında 100 mg/kg metiltestosteron ilave edilmiş yem ile beslendiğinde % 100

erkekleştirme sağlanmıştır (Devlin ve Nagahama, 2002; Duda ve Linhart (1992)'den). Karabalık (*Clarias gariepinus*) larvalarında 50 µg 17 β-östradiol/l konsantrasyonundaki su banyosu uygulaması sonucunda % 96 dişileştirme sağlanmıştır (Turan ve Akyurt, 2007). Atlantik salmonu yavruları (*Salmo salar*) ilk yem almadan 15-45 gün sonra 30 gün süresince 20 mg/kg 17 β-östradiol ilaveli yemle beslenmiş ve sonuç olarak % 100 dişileştirme sağlanmıştır. Gökkuşığı alabalığı yavruları ilk yem almadan itibaren 30 gün boyunca 20 mg/kg 17 β-östradiol ilaveli yemle beslenmiş ve sonuç olarak % 100 dişileştirme sağlanmıştır (Piferrer, 2001; Johnstone ve ark., (1978)'den).

Androjen uygulaması ile erkekleştirme uygulaması iki amaçla kullanılabilir. Bunlardan ilki direkt uygulama olan tümü-erkek balık popülasyonu üretimidir. Diğeri ise dişilerin homogametik olduğu türlerde tümü-dişi popülasyon üretiminde kullanılan programın önemli bir basamağıdır. Bu dolaylı program dişi balığın cinsiyetinin androjen uygulamasıyla değiştirilerek dişi genotipinde ancak erkek fenotipine sahip yeni-erkek bireyler üretilmesi ve dişi kromozomuna sahip bu yeni-erkeklerin kullanılmasıyla tümü dişi popülasyonların üretilmesinden oluşur (Donaldson ve ark., 1996).

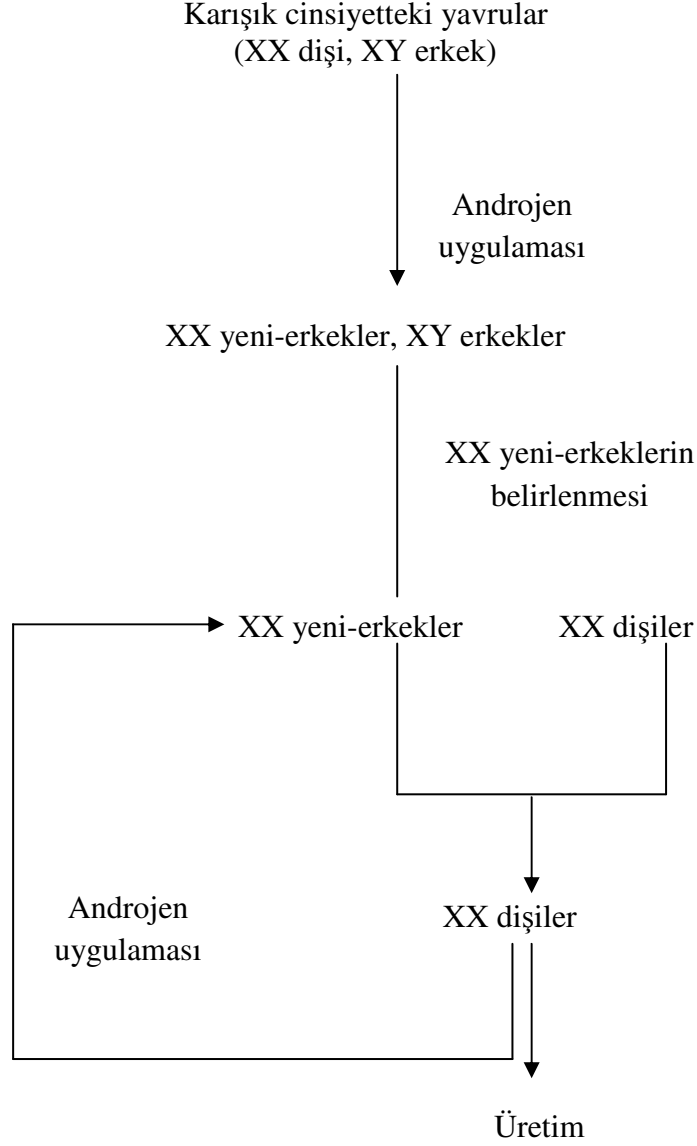
#### **2.2.1.2. Dolaylı uygulama**

Dolaylı uygulama, XX genotipli erkek damızlık ve YY genotipli süper erkek damızlık üretimi olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilir. XX genotipli erkek damızlık üretimi ile tümü-dişi popülasyon üretiminde kullanılacak damızlıklar elde edilir. Balıklar henüz postlarva iken androjen uygulaması yapılır ve bunun sonucunda yaklaşık olarak eşit sayıda XX (yeni-erkek) ve XY kromozomuna sahip erkek birey üretilir. Bu bireyler normal dişilerle çaprazlanarak (test çaprazlaması) XY kromozomlu erkek birey üreten damızlıklar içlerinden elenir. Belirlenen XX genotipli erkek bireylerle normal dişilerin çaprazlanması sonucunda da tamamı dişi balık popülasyonu elde edilebilir (Özden, 2003; Purdom (1993)'ten). Gökkuşığı alabalığında cinsiyet değişimi ve sadece dişi balık üretimi Şekil 2.1'de verilmiştir.

Ancak gökkuşığı alabalığında test çaprazlama tekniği kullanımına gerek yoktur. Çünkü cinsiyeti değiştirilmiş gökkuşığı alabalığı erkeklerinin (XX yeni erkekler) sperm kanalları yoktur, sağıldıklarında sperm vermezler ve sperm alımı için diseksiyonları gerekmektedir. Ayrıca tek testisleri olup tek lobludur ve renkleri normal erkeklerle oranla daha koyudur (Özden ve ark., 2003).

YY genotipli süper erkek üretimi %100 erkek bireylerden oluşan popülasyon üretimi amacıyla gerçekleştirilmektedir. YY bireyler ve normal dişilerin

çaprazlanmasından %100 XY erkek bireyler üretilmektedir. Östrojen hormonuyla dişileştirilen XY genotipli erkek ve normal erkeğin çaprazlanmasıyla YY genotipli erkek oluşturulabilir (Özden ve ark., 2003).



Şekil 2.1. Gökkuşuğu alabalığında cinsiyet değişimi ve kontrollü üretim programıyla sadece dişi balık üretimi (Karayücel ve ark., 2001)

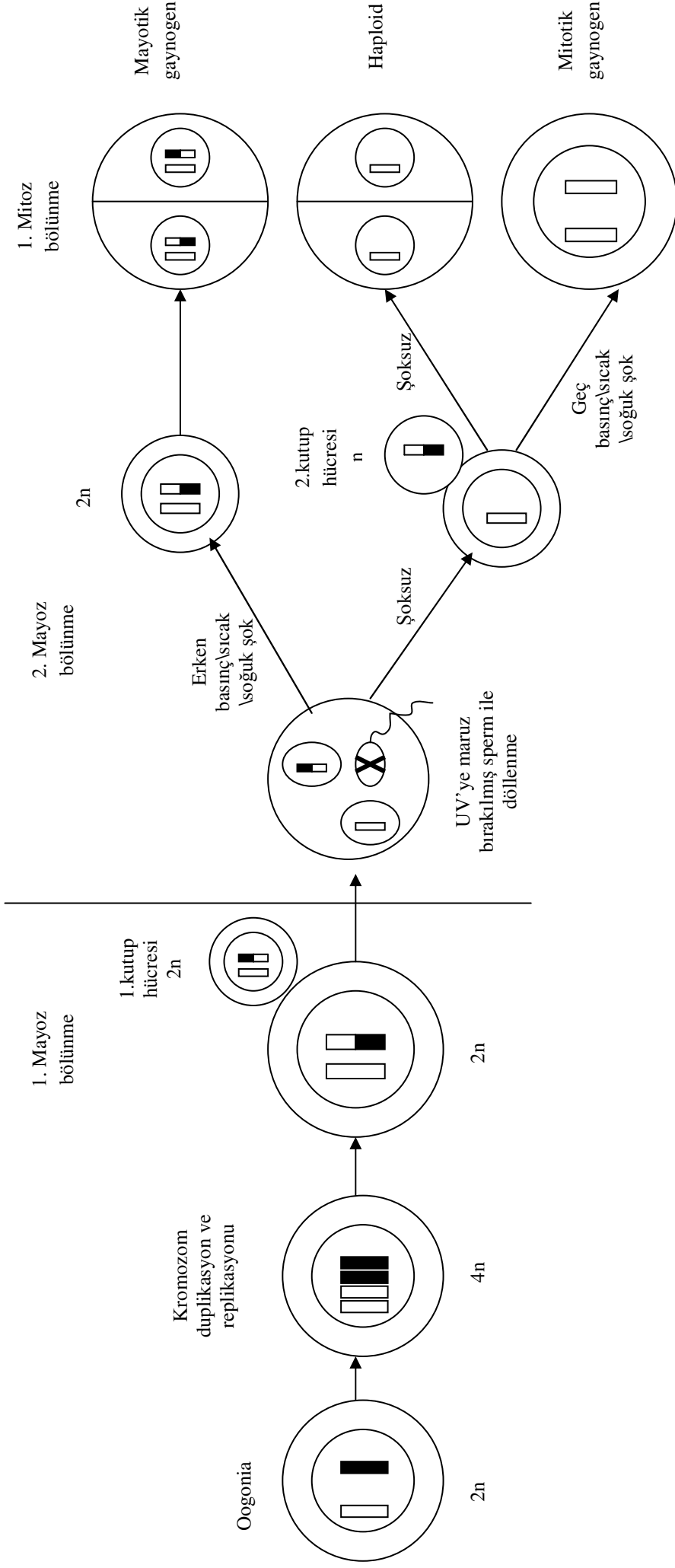
## 2.2.2. Genetik Uygulama

### 2.2.2.1. Gaynogenesis

Gaynogenesis, babadan gelen kromozom setinin işlevsiz hale getirilerek sadece annenin genetik materyaline sahip dişi yavruların üretimidir. Gaynogen balık üretiminde sperm X, gama ışını ya da çoğunlukla UV gibi radyoaktif ışımaya veya

kimyasal uygulamaya maruz bırakılır. Bu işlem spermin kromozom yapısını bozar ancak hareketi ya da yumurtaları dölleyerek mitoz bölünmenin başlamasını engellemez. Spermle aktive edilen yumurtalar haploid embriyolar üretirler ve bunlar hayatta kalmazlar (Beaumont ve Hoare, 2003; Dunham, 2004).

Diploid gaynogenler üretmenin yollarından ilki kromozom seti işlevsiz hale getirilen sperm ve yumurtanın döllelenmesinin ardından, ikinci kutup hücresinin uygulanan şoklarla (basınç ve ısı) yumurtadan ayrılmasının engellenmesidir. Böylece diploid gaynogen her ikisi de anneden gelen iki kromozom setine sahip olur. Gaynogen üretiminin bu türü ikinci mayoz bölünmenin engellenmesiyle oluşturulduğundan dolayı mayotik gaynogen ismini almıştır. Diploid gaynogen üretmenin diğer bir yolu ise birinci mitoz bölünmenin yine fiziksel şoklarla engellenmesidir (Thompson ve Purdom, 1986). Bu şekilde üretilen gaynogenlere mitotik gaynogenler adı verilir (Dunham, 2004). Şekil 2.2’de mayotik ve mitotik gaynogenez uygulaması verilmiştir.



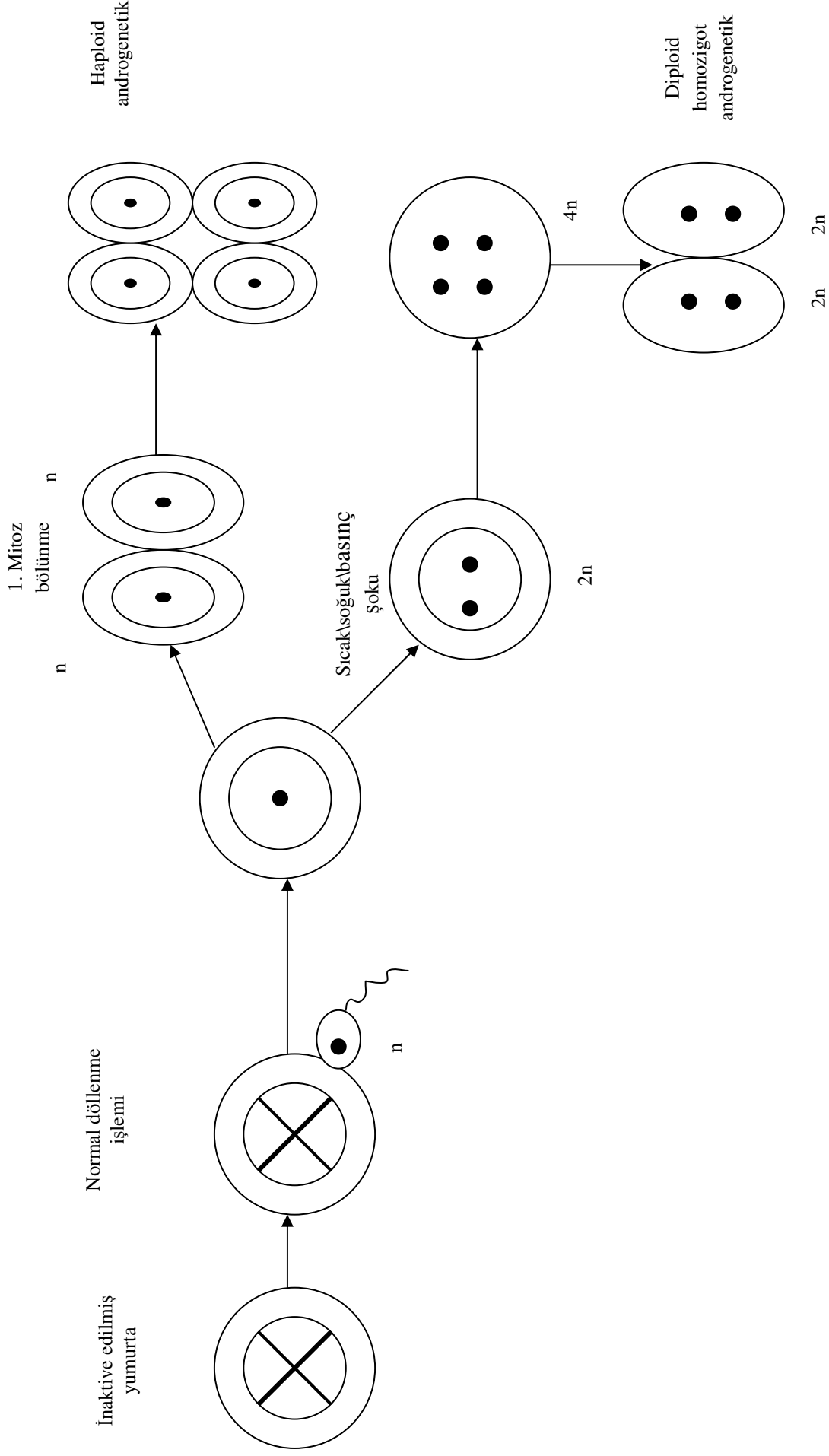
Şekil 2.2. Balıklarda basınç/sıcak soğuk şok uygulaması ile mayotik ve mitotik oogenesis şematik diyagramı (Karayücel ve ark., 2001)

n: haploid kromozom seti, 2n: diploid kromozom seti, 4n: tetraploid kromozom seti  
Her bar bir kromozom setini ifade etmektedir

#### **2.2.2.2. Androenez**

Androenez, gaynogenezin tam tersi olup, anneden herhangi bir genetik materyalin gelmesini engellemek için, yumurtaların mutajenlerle genetiksel aktivitelerinin önlenerek normal spermle döllmesi olarak tanımlanabilir. Gaynogeneizde olduğu gibi gerek X, gama ya da UV ışınları gerekse kimyasal mutajenleri yumurtanın DNA yapısını bozmak için kullanmak mümkündür. Androenezde yumurtanın genetik materyali tamamen tahrip edildiği için, haploid embriyoyu diploid hale getirmek sadece birinci mitoz bölünmeyi engellemekle mümkündür. Bu işlem gaynogeneizde olduğu gibi sıcak su, soğuk su ya da basınç şoku ile olabildiği gibi kimyasallarla da yapılabilmektedir. Androenezler tüm gen lokuslarında homogametik olduklarından dolayı yaşama oranları oldukça düşüktür (Karayücel ve ark., 2001).

Androenez üretiminde uygulanabilen diğeri bir yöntem ise tetraploid bir erkekten alınan diploid spermin, ışımaya maruz bırakılmış yumurtayı döllemesi sonucu diploid androenez elde edilmesidir (Beaumont ve Hoare, 2003). Bu metot mitoz bölünmenin engellenmesi için kullanılan fiziksel şokların etkisini ortadan kaldırabilir. Şekil 2.3'de androenez uygulaması verilmiştir.



Şekil 2.3. Balıklarda basınç\soğuk şok uygulaması ile androgenesis uygulamasının şematik diyagramı (Karayücel ve ark., 2001)  
 $n$ : haploid kromozom seti,  $2n$ : diploid kromozom seti,  $4n$ : tetraploid kromozom seti

### 2.3. Balıklarda Triploidi

Kromozom sayısı değişmeleri hayvanlarda oldukça ender olmakla birlikte daha çok bitkilerde rastlanır. Bu tip değişimler öploidi ve anöploidi olmak üzere iki başlık altında toplanabilir. Öploidi, kromozom takımı sayısındaki değişmelerdir. Bir takımdaki kromozomların hepsinin birden sayısının tam katlar halinde yükselmesi veya organizmada sadece tek takım kromozom bulunması biçiminde olabilir.

Poliploidi bir öploidi çeşididir ve bir genomdaki kromozom sayısının hepsinin birden ikiden fazla kata yükselmesidir. Bu olay sonunda 3n, 4n, 5n ve daha yüksek katsayılı kromozomlara sahip bireyler meydana gelir. Bu bireyler sırasıyla triploid (3n), tetraploid (4n), pentaploid (5n) gibi adlar alırlar.

Triploidi (3n) memeli ve kuşlarda ölümcül olmasına karşılık birçok bitki ve balık türlerinde çeşitli amaçlar için deneysel olarak üretilmiştir. Ayrıca balıklarda döllenmiş yumurtanın ikinci kutup hücresinin nadiren yumurtadan ayrılmaması sonucunda doğal triploidi oluşabileceği Thorgaard ve Gall (1979) tarafından bildirilmiştir.

Triploidi, hayvanlarda eşeyi belirleyen kromozomların sayısını artırarak eşey tayini mekanizmalarında dengesizliğe yol açar, bunun sonucunda da kısırılık ortaya çıkar. Bu durum triploid balıkların gonad üretiminde kullanacakları enerjiyi somatik büyümeye yönlendirmelerine ve dolayısıyla büyüme performansının artmasına neden olabilir (Sözlü görüşme İ. Karayücel, 2011).

#### 2.3.1. Triploid Üretim Mekanizması

Balıklarda kromozom manipülasyonları üzerine ilk denemeler 1940'larda başlamıştır. Swarup, ilk kez 1959 yılında triploid balıkları ergin hale gelene kadar başarılı bir şekilde büyütmüş ve bu balıkları büyüme ve eşeyssel olgunlaşma bakımından diploid kontrol grubuyla karşılaştırmıştır (Maxime, 2008).

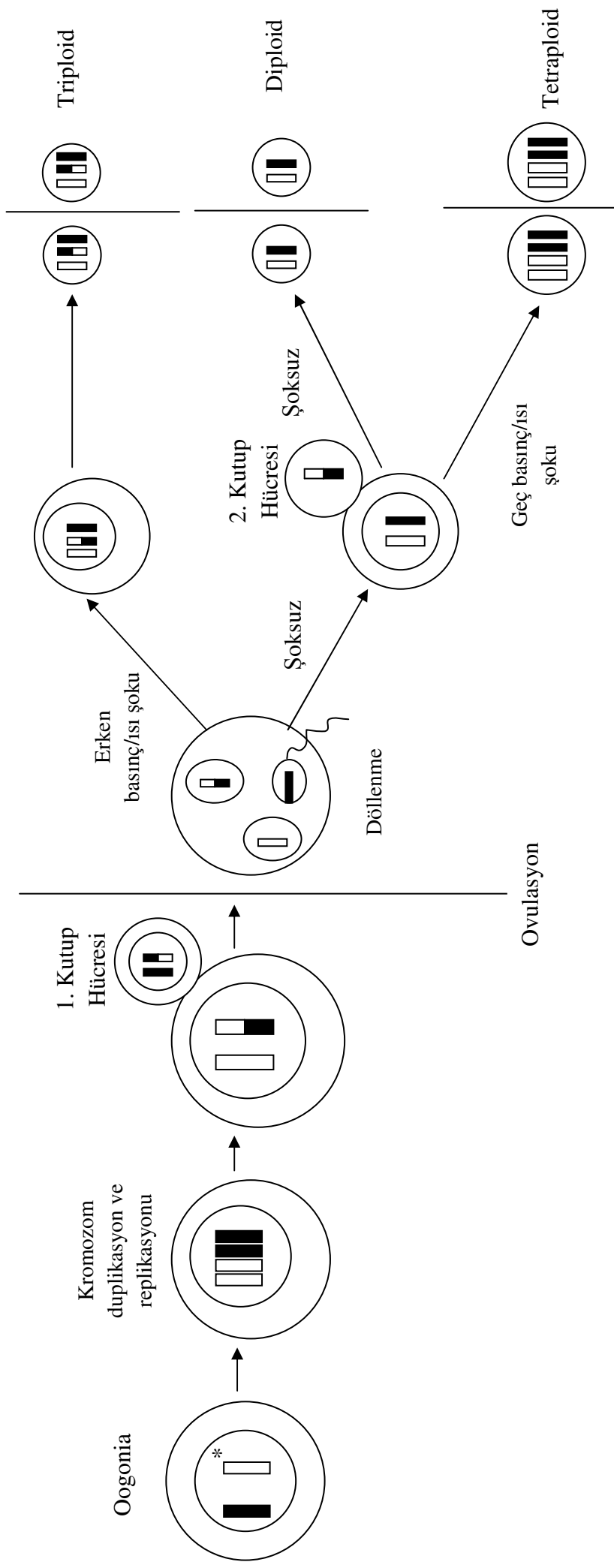
Balık hücrelerinin çoğu ebeveynlerinden gelen iki kromozom setine sahiptir. Gametlerde bu sayı yarıya düşer, ebeveynlerden gelen setlerden sadece biri döllere geçer. Bu indirgeme işlemi (mayoz), kromozom manipülasyonlarının anlaşılmasında temel noktadır (Özden ve ark., 2003; Johnstone (1992)'den).

Spermatogenezde kromozomların ilk replikasyonundan sonra genetik materyal yarıya düşer ve daha sonra her biri haploid kromozom sayısına sahip dört spermatozoa üretmek için yeniden yarılanır. Oogenezde ise her mayoz bölünme sonrasında yalnızca



bir adet işlevsel yumurta üretilir. Yumurtalar mayoz II'yi döllenme sonrasına kadar ertelerler. Böylece olgun yumurta anneden gelen iki adet kromozom setine sahip olur. (Johnstone, 1992).

Normal döllenmede haploid sperm yumurtayı döller. Yumurtanın ikinci mayoz bölünmeyi tamamlamasıyla birlikte anneden gelen kromozomlardan biri yumurtadan II. Kutup hücresi olarak ayrılır. Böylece embriyonik hücre bir tane anneden bir tane de babadan gelmek üzere iki adet kromozom setine sahip olur (Johnstone, 1992). Triploid üretim mekanizmasının kilit noktası ise II. kutup hücresinin (ya da II. mayoz bölünmenin engellenmesi) yumurtadan ayrılmasının engellenmesidir. Diploid, triploid ve tetraploid birey üretimi Şekil 2.4'te verilmiştir.



Şekil 2.4. Balıklarda basınç/ısı şoku uygulaması ile triploid ve tetraploid uygulaması (Karayücel ve ark., 2001)

\*Her bar, bir kromozom setini ifade etmektedir.

### 2.3.2. Triploid Balık Üretiminde Kullanılan Yöntemler

Triploidi üretiminde ikinci mayoz bölünmenin engellenmesinde kullanılan yöntemler şu şekilde sıralanabilir (Diaz ve Neira, 2005):

- Fiziksel (Sıcak/soğuk ısı ve basınç şokları) ve kimyasal şoklar
- Genetik yöntemler

#### 2.3.2.1. Fiziksel ve kimyasal şoklar

Fiziksel ve kimyasal şokların ikinci mayoz bölünmeyi engelleme mekanizması tam olarak bilinmemekle beraber, kromozomların ayrılmasına neden olan iğ ipliklerinin oluşumunu engelleme etkisi olduğu tahmin edilmektedir (Purdom, 1983). Fiziksel şokların içinde uygulanması en kolay olanı ısı şoku (sıcak veya soğuk) uygulamasıdır. Sıcak şok; soğuk su balıklarında, soğuk şok; sıcak su balıklarında daha iyi sonuçlar alınmasını sağlar (Beaumont ve Hoare, 2003). Şekil 2.5'te ısı şoku uygulamasıyla triploidi üretimi yapılan su banyosu ve yumurtalar görülmektedir.



Şekil 2.5. Isı şokunun uygulandığı su banyosu (Isler, 2009)

Yaygın olarak kullanılan fiziksel şoklardan bir diğeri de yumurtaların basınç haznesine yerleştirilip 9000 psi'ye ( $\approx 60$  MPa) kadar basınca maruz bırakılmasıdır. Yüksek basınçlı tanklarla çalışmanın risklerine ek olarak bu metodun diğeri bir problemi, tek seferde uygulamaya tabi tutulabilecek yumurta miktarının basınç haznesinin hacmiyle sınırlı olmasıdır (Beaumont ve Hoare, 2003).

Sitokalasin B, kolşisin ya da 6-dimetilaminopürin gibi kimyasallar kullanılarak kutup hücrelerinin yumurtadan çıkması önlenerek triploidi oluşturulabilir (Diaz ve Neira, 2005; Piferrer ve ark., 2009). Triploidi üretiminde çoğunlukla fiziksel yöntemlerin daha başarılı olduğu ve yaygın olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Piferrer ve ark., 2009). Kimyasal uygulamasının balıklarda tercih edilmemesinin sebebi ise bu metodun mozaizme (hücrelerde farklı kromozom sayıları) sebep olması olabilir (Maxime, 2008).

### **2.3.2.2 Genetik yöntemler**

Triploidi üretiminde kullanılan yöntemlerden bir diğeri de tetraploid ve diploid bireylerin çaprazlanmasıdır. Teorik olarak yeni döllenmiş yumurtalarda 1. mitoz bölünmenin fiziksel ve kimyasal şoklarla engellenmesi ile 4 set kromozomu olan tetraploid balıklar üretmek mümkündür. Triploid gökkuşuğu alabalıkları üretmek için tetraploidlerle diploidler çaprazlanmıştır (Chourrout ve ark., 1986; Myers ve Hershberger, 1996). Bu yöntem interploidi triploidlerin (aynı tür içerisinde farklı ploidi seviyesine sahip bireyler) üretimi olarak adlandırılmakta olup oldukça güvenilir ve yaygın olarak kullanılan triploidi oluşturma yöntemlerinin yan etkilerini ortadan kaldırır (Herbst, 1992).

Ancak laboratuvar koşullarında tetraploid bireylerin üretiminin çok başarılı olmaması ve üretilse dahi bu bireylerin sperm hücrelerinin (diploid), diploid bireylerin (haploid) sperminin iki katı olması ve dolayısıyla mikrofil açıklığının çapı küçük olan diploid yumurtalara girmekte sorun yaşayabilmeleri bu tekniğin kullanımını sınırlamaktadır (Dunham, 2004).

### **2.3.3. Triploidi Belirleme Yöntemleri**

Poliploidi oluşturmak için kullanılan yöntemler nadiren % 100 başarı oranına sahiptir. Ayrıca üretilen balıkların triploid olduğunun ispatlanması triploidinin başarısını göstermektedir. Triploid balıkların belirlenmesinde çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Ancak bu yöntemlerin başarısı yöntemin öldürücü olmaması ve hızlı olmasına bağlıdır (Allen, 1983).

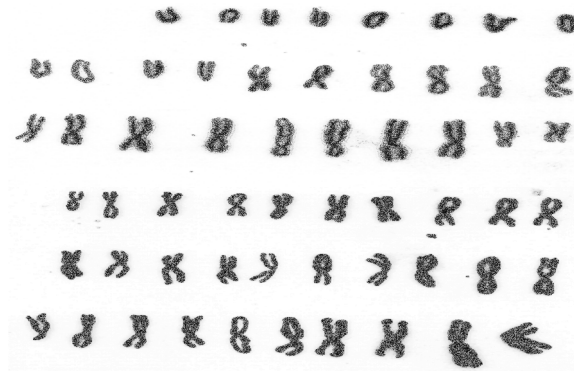
Triploidlerin belirlenmesinde kullanılan en yaygın metotlar şunlardır:

- Karyotipleme

- Eritrosit ölçümü
- Akım sitometri
- Nükleolar organize edici bölgeler analizi (NORs),
- Coulter sayacı (Özden ve ark. 2003; Piferer ve ark., 2009):

### 2.3.3.1. Karyotipleme

Kromozomların görüntülenmesi ve sayılması işlemi olan karyotipleme, ploidi seviyesinin belirlenmesinde kullanılan en kesin yöntemdir. Bu teknik yorucu ve yavaştır ve örneklerin kitle halinde değerlendirilmesi oldukça zordur. Ek olarak karyotipleme, çok sayıda hücrenin örneklenmesindeki zorluk nedeniyle mozaik ploidi çeşitlerini her zaman tespit edemeyebilir (Dunham, 2004). Şekil 2.6'da gökkuşuğu alabalığının karyotipi görülmektedir.

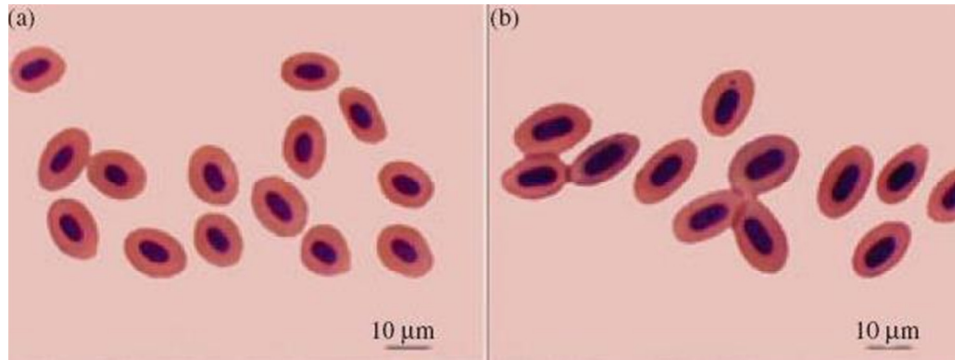


Şekil 2.6. Diploid gökkuşuğu alabalığının karyotipi (Örs, 2003)

Karyotiplemede, hücrenin mitoz bölünmesinin metafaz safhasının görüntülenmesi en iyi sonucu verir. Bu işlemde embriyonik dokular, solungaçlar, böbrekler, bağırsak ve pul epiteli gibi dokular sıklıkla kullanılır ve iyi sonuç verirler. Mitoz bölünmede hücrenin metafaz safhasında aktivitesinin durdurulması için kolşisin ve kolsemid gibi iğ ipliklerinin kırılmasını sağlayan kimyasallar kullanılır. Kolşisin uygulamasının ardından hipotonik solüsyonlar yardımıyla hücre ve nükleus sıvı olarak şişer ve kromozomlar belirginleşir. Hücreler fikse edildikten sonra kromozomlar sentromer lokalizasyonuna göre büyükten küçüğe sıralanarak karyotip oluşturulur (Örs, 2003).

### 2.3.3.2. Eritrosit ölçümü

Yapay olarak oluşturulmuş triploidinin önemli fizyolojik özelliklerinden bir tanesi de hücre boyutundaki artış ve çeşitli hücre tipleri için hücre sayısındaki azalmadır (Benfey, 1999). Birçok araştırmacı eritrosit boyutu ölçümünün ve değerlendirilmesinin farklı balık türlerinin triploid ve diploid formlarını ayırt etmek için kullanılabilecek kolay bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Hücre ve çekirdeğin kısa eksenlerinin ploidi göstergesi olmak için yeterli olmadığı bildirilmiştir. Triploidiye bağlı olarak, eritrosit hücresi ve çekirdek hacmindeki artış genellikle uzun eksendeki artışın bir sonucudur (Benfey ve Sutterlin, 1984). Şekil 2.7’de diploid ve triploid gökkuşağı alabalığının eritrositleri görülmektedir.



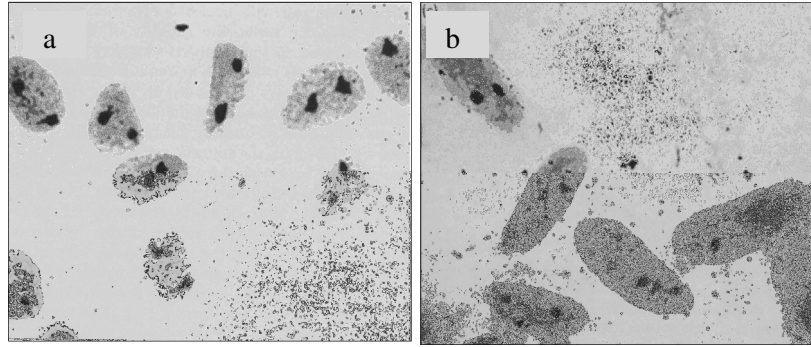
Şekil 2.7. Gökkuşağı alabalığının eritrositleri a) diploid b) triploid (Wang ve ark., 2010)

### 2.3.3.3. Akım sitometri

Akım sitometri, hücre veya partiküllerin akmakta olan bir akışkanın içindeyken karakteristiklerinin ölçülmesidir. Akım sitometri ile bir süspansiyon halindeki hücre ya da partiküller, lazer ışığı ile aydınlatılmakta olan bir bölmeden geçirilir; hücrelerin ışığın önünden geçerken verdikleri sinyaller toplanarak analiz edilir. Oluşan sinyallerin kaynağı, hücrenin büyüklük, granularite gibi fiziksel özellikleri olabildiği gibi; hücreye bağlanan çeşitli fluorokromlar da olabilir. Böylece hücre ya da partikülün immunfenotipi, DNA içeriği, enzim aktiviteleri, hücre membran potansiyeli, canlılığı gibi çeşitli özellikleri hakkında bilgi toplanabilir (Karaboz ve ark., 2008; Dunphy (2004)’ten). Bu özelliklerinden dolayı akım sitometri de triploidlerin belirlenmesinde kullanılan bir metottur.

#### 2.3.3.4. NORs analizi

NORs (Nükleolar organizatör bölgelerinin gümüşle boyanması) analizi ploidi seviyesini tespit etmek için kullanılan diğer bir tekniktir. Birçok türde ploidi arttıkça NORs miktarı artar (Phillips ve ark., 1986). Birçok balık türünde olduğu gibi her haploid genom için bir NOR'u olan bir kromozoma sahip salmonidler olan gökkuşuğu alabalığı, coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) ve chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) için oldukça uygun bir tekniktir. Analiz için kromozomlardan ziyade bölünen hücrelere ihtiyaç duyulduğu için herhangi bir doku kullanılabilir ve balıkları öldürmeden 7-8 mm büyüklüğünde örnekler alınabilir. NORs analizi en ucuz tekniktir, daha hızlıdır ve teknik olarak karyotiplemeden daha kolaydır ancak fazla sayıda örnek ölçmek için elverişli değildir. Bu teknik, NORs'ların sadece mitoz bölünme sırasında bulunduğu için çoğunlukla hücre bölünmesi yüksek hızda olan genç balıklarda daha doğru sonuçlar verir (Dunham, 2004). Şekil 2.8'de diploid ve triploid gökkuşuğu alabalıklarının gümüşle boyanmış NORs içeren hücreleri görülmektedir.



Şekil 2.8. a) Diploid ve b) triploid gökkuşuğu alabalıklarında (sırasıyla 2 ve 3'er tane) NORs içeren hücreler (Phillips ve ark., 1986)

#### 2.3.3.5. Coulter sayacı (Elektronik sayım)

Elektronik sayımın esası, hücrelerin iyi bir elektrik iletkeni olmalarına dayanmaktadır. Hücrelerin fizyolojik tuzlu su ya da diğer uygun bir elektrolitte seyreltilmiş çözeltileri, iki elektrot (genellikle platin) arasından elektrik akımı ileten çok küçük bir delikten geçirilir. Delikten geçen her hücre, elektrik akımında ani bir impedans (Bir alternatif akım devresinin toplam direnci) yükselmesi yapar. Delikten geçen parçacığın boyu ve hacmine bağlı olarak bu impedans değişmesi bir voltaj pulsu (sıçraması) oluşturur. Bu pulsalar özel bir sistem içinde değerlendirilir, böylece

elektrotlar arasından geçen parçacığın büyüklüğü ve/veya sayısı belirlenmiş olur. Elektronik parça sayımı yöntemi kan sayımında ve doku kültürü çalışmalarında başarı ile kullanılmaktadır (Gürkün ve Halkman, 1990).

Akım sitometri hızlı analizlere olanak sağlar ancak ekipman son derece pahalıdır. Coulter Sayacı da hızlı analiz yapılmasını sağlar ve mekanizma, akım sitometriden daha ucuz olmakla birlikte oldukça pahalıdır. Diploid ve triploid coho ve chinook salmonun Coulter Sayacı ile analiz edilen örneklerinin %11'i sonuçsuz kalırken, akım sitometri kesin sonuç vermiştir (Johnson ve ark., 1984). Buna rağmen Benfey ve ark (1984) Coulter Sayacı'nın hız ve hassaslık açısından akım sitometri ile kıyaslanabilir olduğunu bulmuştur (Dunham, 2004; Wattendorf (1986)'dan).

### **2.3.4. Triploidinin Balıklar Üzerindeki Etkileri**

#### **2.3.4.1. Üreme**

Kemikli balıklarda üreme, içsel mekanizmaları harekete geçiren çevresel faktörler tarafından düzenlenir. Üremeyi tetikleyen içsel mekanizmalar birçok balık türü için benzerdir. Kemikli balıklarda üreme işlemini düzenleyen içsel mekanizma beyin-hipotalamus-hipofiz-gonad zinciridir. Çevresel uyarıcılar beyin tarafından algılanır ve dönüştürülür. Üremede önemi bulunan uyarıcılar beynin hipotalamus adı verilen bölgesine yönlendirilir. Hipotalamus gonadotropin salgılatıcı hormon (GnRH) üretir. (Anonim, 2011c).

Diğer omurgalılarda olduğu gibi GnRH hipofizin balıklarda iki gonadotropinin üretilmesini uyarır, folikül uyarıcı hormon (FSH) ve luteinizan hormon (LH). Bu hormonlar kana ulaşır ve gonadlarda spesifik reseptörlere bağlanırlar. Bu reseptörler gonadların eşey hormonlarını (östrojen, projestin ve androjenler) üretmelerini uyarır. Eşey hormonları her cinsiyete uygun gametogenezin gerçekleşmesi ve gonadotropin salgılanmasını düzenlemek için hipofiz ve hipotalamusa geri besleme yapmada rol oynarlar. Böylece karmaşık bir çevresel ve endokrin sinyal sistemi gametogenezi kontrol eder ve gamet olgunlaşmasını düzenler (Anonim, 2011d).

Bu bağlantıdaki zincirlerden biri stres ve yetersiz uyarıcı gibi sebeplerle kırıldığında üreme gerçekleşmez (Lutz, 2001). Breton ve Sambroni (1996)'nin yapmış oldukları çalışma sonucunda triploid gökkuşacağı alabalıklarında GnRH seviyesinin azaldığı bildirilmiştir. Triploid balıklarda GnRH aktivitesinin azalmasının sebebi eşey hormonları sayesinde gerçekleşen geri besleme uyarılmasının eksikliği ve/veya kemikli



balıklarda gonadların olgunlaşması için gereken çevresel uyarıcılara karşı duyu hücrelerinin verdiği tepkinin azalması olduğu söylenebilir. Triploid dişilerde eşey hormonlarının azalan miktarı vitellogeninin az salgılanmasına sebep olur ve dolayısıyla gonad gelişiminin geri kalmasının sebebi vitellogeninin yeterli seviyede üretilmemesi olabilir. Dişi triploidlerin aksine erkeklerde çoğu türde eşey hormonları normal seviyededir (Tiwarı ve ark., 2004).

Triploid balıklarda mayoz önemli ölçüde etkilenmektedir çünkü üç homolog kromozom profaz I'in zigoten fazında düzgün eşleşemez. Bu bozulma yani bir bakıma kısırlaşma bu zamana kadar incelenmiş neredeyse tüm yetiştiricilik türlerinde gonad gelişimini ve gametogenezi engellemekte ancak bozulmanın derecesi cinsiyetler arasında farklılık göstermektedir (Piferrer ve ark., 2009).

Triploidlerin yumurtalıkları mikroskopik olarak çok az sayıda oogonia ve çok az gelişen birincil oosit içerir. Bu sebeple triploid dişiler nadiren gonad üretirler ancak üretirlerse de gonadlar genellikle oldukça az, gelişmemiş ve döllenemez durumdadır (Gillet ve ark., 2001).

Triploid erkeklerde dokusal olarak spermatogenez; spermatogonia çoğalması ve spermatosit bölünmesi olarak görülebilir ancak anöloid sperm üretimiyle birlikte trivalentlerin rastgele ayrılması sonucu kısırlık oluşması beklenir (Piferrer ve ark., 2009).

#### **2.3.4.2. Büyüme**

Poliploidlerde jigantizm (devlik) kavramı her somatik hücrenin daha büyük hacimli kromozomlara sahip olması gerektiği düşüncesine dayanır. Bu da hücre boyutunun arttığı anlamına gelir. Bir vücut dokusunun oluşumunda eşit sayıda hücre bölünmesi gerçekleştiği varsayılarak bu dokunun diploidlere kıyasla daha büyük bir hacmi olmalıdır. Çünkü vücut boyutu bazı organizmalarda hücre boyutuyla ilişkilidir (Ihssen ve ark., 1990). Dolayısıyla teorik olarak triploid organizmaların daha hızlı büyümesi ve diploidlerden daha büyük boyutlara ulaşması beklenmektedir (Piferrer ve ark., 2009).

Triploid balıkların büyüme oranları hakkında çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bazı çalışmalarda hücre boyutundaki artışın, hücre sayısındaki azalma sayesinde dengelenmesiyle, triploidlerin büyümeleri üzerinde herhangi bir olumlu etkisi olmadığı görülmüştür. Juvenil ya da ergin bireylerde kas liflerinin artma oranı triploid ve diploidler arasında fark göstermemiştir (Yamashita, 1993). Gonad büyümesindeki

azalma sebebiyle triploid bireyler enerjiyi somatik büyüme yönlendirebilirler ancak herhangi bir büyüme avantajı, anabolik etkiye sahip gonad steroidlerinin azalan miktarıyla dengelenebilir. Eşeyssel olgunluğa ulaşan balıklarda büyüme hızı azalmaya başlar hatta neredeyse durma noktasına gelir. Bu durumun triploidler için bir büyüme avantajı olabileceği belirtilmiştir. Üreme döneminden sonra, diploidler büyümeyi telafi edip dezavantajın üstesinden gelebilirler. Eşeyssel olgunluk ve üremeye birlikte artış gösteren ölüm oranlarına sahip türlerde triploidlerin büyüme avantajına sahip olabileceği görülmüştür (Benfey, 1999).

#### **2.3.4.3. Yaşama oranı**

Triploid balıkların yüksek oksijen ihtiyacı ve/veya düşük oksijen bulunan ortamlarda iyi performans göstermediği bildirilmiştir. Triploid salmonidlerde hemoglobin-oksijen taşıma kapasitesindeki azalmanın maksimum kan oksijeni seviyesindeki azalmayla sonuçlandığı Graham ve ark. (1985) tarafından bildirilmiştir. Bu sonuç triploidlerin oksijen ihtiyacının arttığı durumlarda oksijeni dokulara iletme konusunda sınırlı bir kapasiteye sahip olabileceğini gösterebilir (Benfey, 1999).

#### **2.3.4.4. Hastalık**

Triploid ve diploid balıklarda lökosit profillerinin rastgele karşılaştırılması sonucunda diploid ve triploidlerin kötüleşen koşullara karşı (bakteriyel enfeksiyonlar ve stres) benzer tepkiler verdikleri ortaya konmuştur; bu sonuç diğer birçok çalışma tarafından desteklenmiştir. Aslında diploid ve triploid balıklar bulaşıcı ajanlara karşı (*Vibrio*, *Aeromonas*, *Renibacterium*, IHNV) benzer ölçüde direnç ve aşılara kıyaslanabilir ölçüde hassasiyet göstermişlerdir. Buna rağmen triploid gökkuşağı alabalıklarının *Flavobacterium branchiophilum*'un sebep olduğu solungaç enfeksiyonuna karşı diploidlerden daha hassas oldukları rapor edilmiştir (Tiwary ve ark., 2004; Yamamoto ve Iida (1994)'ten).

#### **2.3.4.5. Et kalitesi**

Eşeyssel olgunluk enerjiyi üremeye yönlendirdiği için (balıklarda lipidler ya da yumuşakçalarda glikojen) birçok türde et kalitesini etkiler. Triploidleştirme sonucu elde edilen kısırlık; vücut morfolojisi, işleme verimi (temizleme, fileto çıkarma) ve et kalitesini (lipidler ya da glikojen, et rengi, tadı, dokusu) etkileyebilir (Piferrer ve ark., 2009).

#### **2.3.4.6. Davranış**

Merkezi sinir sistemi ve hormonlar her tür davranışın başlangıcı, düzenlenmesi ve yürütülmesi işlemlerini düzenler. Triploid balıklarda merkezi sinir sistemindeki hücre sayısında ve hormonların miktarındaki azalma; çeşitli çevresel uyarıcılara karşı gösterilen tepkinin azalmasına, bu da triploid balıklardaki anormal davranışlara sebep olabilir (Tiwary ve ark., 2004).

#### **2.3.4.7. Deformasyon**

Balıklarda triploidi ile ilişkilendirilen ve en sık bildirilen iskelet anormalliği Atlantik salmonundaki alt çene deformitesidir (Tiwary ve ark., 2004). Bu anomali, solungaç yüzey alanının azalmasıyla birleşince triploidinin, solunum işlemleri üzerindeki olası negatif etkisini göstermektedir (Sadler ve ark., 2001). Triploid ve diploid balıklar arasında bozulmuş gonadlar ve bazı triploid gökkuşuğu alabalıklarında bölünmüş dalak olmak üzere yalnızca iki anatomik farklılık bildirilmiştir (Tiwary ve ark., 2004; Okada (1985)'ten). Triploid Atlantik salmonunda katarakt oluşumu oldukça yaygındır ve daha yüksek oranda eritrosit anormallikleri gösterdiği bildirilmiştir (Benfey, 1999).

Bu çalışma tatlı suda ticari ekstrüde alabalık yemiyle beslenen 1 kg'ın üzerindeki diploid ve triploid gökkuşuğu alabalıklarının eşeyssel olgunlaşmanın gerçekleşmesiyle birlikte büyüme performansı parametreleri, biyokimyasal kompozisyon ve yağ asitleri miktarları bakımından karşılaştırılarak triploidinin büyüme üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ancak ağustos ayında balık ölümlerinin artmasıyla birlikte çalışma sonlandırılmıştır.

### 3. LİTERATÜR ÖZETİ

#### 3.1. Salmonidae Türleri Üzerinde Yapılan Çalışmalar

1970'lerden bu yana triploidinin Salmonidae türlerinde büyüme performansı üzerine etkilerinin incelendiği pek çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar arasından öncelikli olarak yakın tarihli olanlar tercih edilmiştir.

Johnson ve ark. (1986)'nın diploid ve triploid coho salmonda 18. ve 30. aylar arasında büyüme performansı ve gonad gelişiminin karşılaştırması amacıyla gerçekleştirilen çalışmalarında iki grup arasında boy, ağırlık, karkas ağırlığı ve kondisyon faktörü bakımından belirgin bir fark görülmediğini bildirmişlerdir.

Oliva-Teles ve Kaushik (1990) başlangıç ağırlıkları diploid ve triploid için sırasıyla 45.5 g ve 48.8 g olan 8 aylık gökkuşacağı alabalıkları üzerinde büyüme performansını belirlemek amacıyla 41 gün süren çalışmaları sonucunda, son ağırlıklar sırasıyla 79.6 g ve 84.1 g olarak tespit edilmiş olup aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bildirilmiştir. Büyüme oranları arasında önemli bir fark olmadığı ancak ölüm oranının triploidler için önemli ölçüde yüksek olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın devamında ikinci bir deneme kurulmuş ve başlangıç ağırlıkları sırasıyla 204.6 g ve 203.9 g olan 14 aylık gökkuşacağı alabalıkları üzerinde 80 gün süren çalışmanın sonucunda son ağırlıklar sırasıyla 434.6 g ve 409.6 g olarak tespit edilmiş olup aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte spesifik büyüme oranı ve yaşama oranı arasında önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Galbreath ve ark. (1994) tümü dişi diploid ve triploid Atlantik salmonunun (*Salmo salar*) tatlı suda büyüme ve yaşama oranının karşılaştırılması amacıyla, 5. ve 8. aylar arasında (yaş bakımından 5-8 aylık arası) yaptıkları çalışma sonucunda başlangıç ve son ağırlıkların sırasıyla diploidler için 1.3 g ve 11.0 g, triploidler için 1.1 g ve 11.9 g olan deneme grubunda, triploidlerin büyüme oranının diploidlerden önemli oranda daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. 8. ay sonunda başlangıç ağırlıkları diploid ve triploid gruplar için sırasıyla 11 ve 12 g olan balıklardan yeni bir deneme hazırlanmış ve 17. aya kadar devam ettirilmiştir. Bu çalışmanın sonunda ise son ağırlıklar diploidler için 94 g/balık, triploidler için ise 76 g/balık olarak tespit edilmiş olup diploidlerin büyüme oranının triploidlerden önemli oranda daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Galbreath ve Thorgaard (1995) eşeyssel olgunluğa ulaşmamış tümü dişi diploid ve triploid Atlantik salmonunun yaşama oranı ve büyüme performanslarının

karşılaştırılması amacıyla tuzlu suda 376 gün süreyle gerçekleştirilen çalışma sonucunda yaşama oranını diploidlerde % 65, triploidlerde ise % 45 olarak tespit etmişlerdir. Başlangıç ağırlıkları diploid ve triploid için sırasıyla 112 g ve 103 g olan grupların son ağırlıkları arasında önemli oranda fark olduğu (sırasıyla 766 g ve 679 g) ancak spesifik büyüme oranı arasında önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca kondisyon faktörünün diploidlerde triploidlerden önemli ölçüde fazla olduğu bildirilmiştir.

McGeachy ve ark. (1995) diploid ve triploid Atlantik salmonu üzerinde büyüme ve yaşama oranlarının karşılaştırmasını yapmışlar ve yumurta aşamasından smoltifikasyona kadar 11 ay süren çalışma sonucunda diploid ve triploidlerin yaşama oranlarının 3. aydan itibaren deneme sonuna kadar sırasıyla % 93.8 ve % 92.2 olduğunu ve farkın önemli olmadığını bildirmişlerdir. Büyüme açısından ise ilk üç ay boyunca triploidler daha iyi performans göstermelerine rağmen daha sonra iki grup arasında fark olmadığı bildirilmiştir.

Withler ve ark. (1995) diploid ve triploid coho salmonda büyüme ve yaşama oranı üzerine yaptıkları çalışmada, döllenmeden kuluçkaya kadar (sırasıyla % 94, % 43), tatlı suda büyütülme aşamasında (sırasıyla % 92, % 75) ve denizde büyütülme aşamasında (sırasıyla % 81, % 60) diploidlerin daha iyi yaşama oranı gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca diploidlerin ağırlıkları, smoltlaşma evresi ve iki aylık denizde büyütülme evresinin sonunda triploidlerden önemli ölçüde fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Sheehan ve ark. (1999) tümü dişi diploid (TDD), tümü dişi triploid (TDT) ve karma cinsiyetli diploid (KCD) gökkuşuğu alabalıklarında büyüme performansını karşılaştırmak için yaptıkları, 265 gün süren çalışma sonucunda başlangıç ve son ağırlıkları, KCD için 94 ve 521 g/balık, TDD için 84 ve 568 g/balık ve TDT için 112 ve 749 g/balık olan gruplarda büyüme oranı TDT'lerde en yüksek (2.38 g/gün) ve KCD'lerde en düşük seviyede (1.58 g/balık) tespit edilmiş ve gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ancak kondisyon faktörü, yem dönüşüm oranı ve hepatosomatik indeks bakımından önemli bir fark bulunamadığı bildirilmiştir.

Gillet ve ark. (2001) Alp alası (*Salvelinus alpinus*) üzerinde büyüme, yaşama oranı ve eşeyssel olgunlaşmanın karşılaştırılması amacıyla yaptıkları çalışmada, 597. günün sonunda (2 yaş) diploidlerin ağırlığının triploidlerden daha fazla olduğunu ancak bu farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir. Çalışma sonunda her gruptan 100'er tane balık seçilip yeni bir deneme oluşturulmuştur. İlk üreme döneminde

(3 yaşında) diploidlerin ağırlığı triploidlerden önemli oranda daha hızlı artmış, üreme dönemi boyunca (190-280. günler) diploidlerin büyümesi gerilemiş ve triploidlerin ağırlığı diploidlerinkine benzer olmuştur. Üreme dönemi boyunca diploidlerin ölüm oranının triploidlerden önemli oranda yüksek olduğu bildirilmiştir.

Cotter ve ark. (2002)'nin Atlantik salmonu üzerinde tuzlu suda büyüme performansı karşılaştırması yaptıkları 14 ay süren çalışma sonucunda başlangıç ağırlıkları diploid ve triploid gruplar için sırasıyla, 63.1 g ve 71.6 g olan balıkların son ağırlıkları 2.76 kg ve 2.58 kg olarak tespit edilmiş olup aradaki farkın önemli olduğu bildirilmiştir.

Teuscher ve ark. (2003) 5 aylık diploid ve triploid gökkuşığı alabalıklarını markalayarak iki farklı rezervuara stoklamış ve bireyler 3 yaşına ulaşana kadar büyüme performanslarını boy ve ağırlık açısından değerlendirmişlerdir. Bunun sonucunda 13. aya kadar büyüme oranı benzer olmuş, her iki rezervuarda da ortalama boy ve ağırlıklar ploidi grupları arasında % 3 oranında fark göstermiştir. Buna rağmen ikinci sene boyunca diploidlerin büyüme oranı triploidlerin önüne geçmiştir. 29. ay sonunda diploidlerin ortalama ağırlıkları her iki rezervuar için de triploidlerden fazla olmuştur. Gruplar 3 yaşına ulaştıklarında diploid gökkuşığı alabalıkları eşeyssel olgunluğa ulaşmış ve gruplar arasındaki büyüme oranı arasındaki fark azalmıştır.

Poontawee ve ark. (2007) 12. ayda markalanarak göle stoklanan diploid ve triploid gökkuşığı alabalıkları üzerinde, et kalitesini belirlemek amacıyla 66 ay süreyle yürütülen çalışma sonucunda triploidlerin vücut ağırlığı, karkas yüzdesi ve boylarının diploidlerden önemli oranda fazla olduğunu bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra triploid bireylerin filetolarında diploidlerden önemli oranda daha fazla ham yağ ve daha az nem olduğu ancak ploidin protein miktarına etkisi olmadığı bildirilmiştir.

Garner ve ark. (2008) başlangıç ağırlıkları diploid ve triploidler için sırasıyla 3.2-9.7 g ve 3.1-8.8 g arasında değişen diploid ve triploid chinook salmon grupları üzerinde büyüme ve saldırganlık üzerine yaptıkları, 30 gün süren çalışma sonucunda gruplar arasında büyüme oranı bakımından önemli bir fark gözlenmediğini bildirmişlerdir.

Werner ve ark. (2008)'nin 34. ve 66. haftalar arasında, pazar boyundaki gökkuşığı alabalığının et özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda, kuru madde ve ham yağın diploid, ham kül miktarının ise triploid grupta önemli oranda fazla olduğu bildirilmiştir. Ayrıca diploid ve triploid grupların son

ağırlıkları (sırasıyla 239.7 g, 263 g) arasında önemli bir fark olmadığı ancak fileto ağırlığının triploidlerde diploidlerden önemli oranda fazla olduğunu bildirmişlerdir.

### 3.2. Diğer Türler Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Günümüze kadar Salmonidae türlerinin yanı sıra diğer birçok tür üzerinde de pek çok çalışma yapılmış olup bunlar arasından yakın tarihli olanlar seçilmiştir.

Flajshans ve ark. (1993) 4 yaşında tümü dişi diploid ve triploid kadife balığı (*Tinca tinca*) üzerinde performans karşılaştırılması amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda triploidlerin, diploidlerden daha fazla canlı ağırlığa ve karkas yüzdesine sahip olduğunu ve bu farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Hussain ve ark. (1995) dişi diploid ve basınç, soğuk şok ve sıcak şok uygulamalarıyla elde edilen triploid tilapia (*Oreochromis niloticus*) üzerinde büyüme, biyokimyasal kompozisyon ve endokrin profilini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda ağırlık, uzunluk, hepatosomatik indeks ve biyokimyasal kompozisyon (ham protein, ham lipid, nem ve kül) bakımından önemli bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

Felip ve ark. (1999) diploid ve triploid levrek (*Dicentrarchus labrax*) balığı üzerinde büyüme ve gonad gelişimini karşılaştırmak üzere yaptıkları çalışma sonucunda triploid bireylerin ağırlığının diploidlerin ağırlığından daha az olduğunu ve bu farkın önemli olmadığını bildirmişlerdir.

Byamungu ve ark. (2001)'nin mavi tilapia (*Oreochromis aureus*) üzerinde büyüme ve yaşama oranı üzerine 330 gün süreyle yürüttükleri çalışma sonucunda başlangıç ağırlıkları ortalama 0.01 g olan diploid ve triploid grupların son ağırlıkları sırasıyla 232.7 g ve 185.9 g olarak belirlenmiş olup aradaki farkın istatistiksel olarak önemli bulunduğu bildirilmiştir.

Buchtova ve ark. (2004) 36 ve 42 aylık kadife balığı (*Tinca tinca*) grupları üzerinde cinsiyet ve yaşa bağlı olarak yağ asidi kompozisyonunun karşılaştırılması amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda diploid erkeklerde spesifik doymuş yağ asitleri (Dodekanoik asit, tridekanoik asit, miristik asit, pentadesanoik asit) ve erusik asit miktarının önemli oranda daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Diploid ve triploid dişiler arasında ise yağ asidi bakımından önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Haffray ve ark. (2005)'nin çipura (*Sparus aurata*) balığı üzerinde gonad gelişimi, büyüme, yaşama oranı ve et kalitesinin belirlenmesi amacıyla 42 ay süreyle yürütülen çalışma sonucunda, başlangıç ağırlıkları 2 g olan diploid ve triploid bireylerin

480 g'a kadar (pazar boyu, 17 aylık) yaşama oranı ve işleme verimi bakımından fark göstermediğini ve aynı büyüme oranına sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Cal ve ark. (2006)'nın kalkan balıklarında (*Scophthalmus maximus*) 6-48. aylar arasında triploidinin yaşama oranı ve büyüme üzerine etkilerini inceledikleri çalışma sonucunda, 47. ayda triploidlerin ağırlıklarının toplam ağırlıkta, % 10.3; temizlenmiş ağırlıkta ise % 14.3 oranında diploidlerden daha fazla olduğu bildirilmiştir. Ayrıca kondisyon faktörü ilk yıl boyunca her iki grup için benzer, 16-24. aylar arasında diploidlerde, triploidlerden önemli oranda daha fazla, ikinci eşeyssel olgunlaşmadan sonra üreme sonrası dönem boyunca triploidlerde önemli oranda daha yüksek ve üreme öncesi dönemde ise diploidlerde daha fazla olmuştur. Bunun yanı sıra 6-24. aylar arasında yaşama oranının diploidler ve triploidler için sırasıyla % 87.0 ve % 94.0 olduğu ve bu farkın önemli olduğu, 24-48. aylar arasında ilk eşeyssel olgunlaşma sonrasında yaşama oranının sırasıyla % 91.9 ve % 100 olduğu bildirilmiştir.

Segato ve ark. (2006) minekop balığı (*Umbrina cirrosa*) üzerinde triploidinin et kalitesine olan etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları, 7 ay süren çalışmada; 17, 21 ve 24 aylık diploid ve triploid balıklarda büyüme oranını karşılaştırmış ve sonuç olarak triploidlerin uzunluğunun diploidlerden önemli oranda daha fazla olduğu bildirilmiştir. Ayrıca triploidlerin kondisyon faktörünün diploidlerden daha düşük olduğu ve bu farkın önemli olduğu bildirilmiştir.



## 4. MATERYAL VE YÖNTEM

### 4.1. Materyal

#### 4.1.1. Deneme Yeri

Deneme, Bafra Derbent Barajı Kuzey Su Ürünleri Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.'ye ait ağ kafeslerde yürütülmüştür. Şekil 4.1'de çalışmanın yürütüldüğü tesis görülmektedir. Derbent Barajı, Samsun ili Bafra ilçesinde Kızılırmak nehri üzerinde enerji, taşkın kontrolü ve sulama amacıyla kurulmuştur.



Şekil 4.1. Çalışmanın yürütüldüğü tesisin kurulu olduğu alan (Orijinal)

#### 4.1.2. Balık Materyali

Balık materyali olarak 1 yaşında, ortalama ağırlıkları  $1040.14 \pm 1.29$  g olan diploid ve  $1039.71 \pm 1.57$  g olan triploid gökkuşağı alabalıkları Kuzey Su Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti.'den temin edilmiştir. Balıkların ortalama boyları diploid ve triploid gruplar için sırasıyla  $39.83 \pm 0.17$  cm ve  $41.10 \pm 2.05$  cm olarak belirlenmiştir. Şekil 4.2'de denemede kullanılan gökkuşağı alabalığı verilmiştir.



Şekil 4.2. Araştırmada kullanılan gökkuşağı alabalığı (Orijinal)

#### 4.1.3. Yem materyali

Deneme süresince balıklara özel bir firmadan (Sibal Plastik ve Su Ürünleri San. Tic. A.Ş.) temin edilen 8, 10 ve 12 mm'lik ticari ekstrüde alabalık yemleri kullanılmıştır. Çizelge 4.1'de 8 ve 10 mm'lik yemlerin içerikleri verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Denemede kullanılan ticari ekstrüde alabalık yeminin kimyasal kompozisyonu (Sibal A. Ş., fabrika beyanı)

Yem	Ham Protein %	Ham Yağ %	Ham Kül %	Selüloz %	Nem %
8-10-12 mm	45	20	10	3	10

#### 4.1.4. Deneme Kafesleri

Denemede 5x5x5 m ebatlarında, 1 cm ağ gözüne sahip 6 adet ağ kafes kullanılmıştır. Şekil 4.3'te deneme kafesleri görülmektedir.



Şekil 4.3. Araştırmada kullanılan kafesler (Orijinal)

## **4.2. Yöntem**

### **4.2.1. Deneme Süresi**

Deneme 17.12.2009 - 18.08.2010 tarihleri arasında 246 gün (8 ay) boyunca yürütülmüştür.

### **4.2.2. Deneme Düzeni**

Deneme üç tekerrürlü iki grup halinde oluşturulmuştur. Ortalama ağırlığı  $1040.14 \pm 1.29$  g olan diploid gruptan 210 adet rastgele seçilip her bir kafese 70'er adet yerleştirilmiş ve aynı işlem ortalama ağırlığı  $1039.73 \pm 1.57$  g olan triploid grup için tekrarlanmıştır. Su sıcaklığı denemenin kurulumundan itibaren ölçülmüş olup oksijenmetre mart ayında temin edildiği için oksijen çözünürlüğü (Oxyguard – Handy Polaris,  $\pm 0.01$ ) mart ayından itibaren ölçülmüştür.

### 4.2.3. Denemede Kullanılan Triploid Balıkların Ploidi Seviyesinin Belirlenmesi

Kromozomlar hücrenin metafaz safhasında kalınlaşır, koyulaşır ve birbirinden ayrılırlar. Bu sayede kolaylıkla incelenebilirler. Kromozomların bu safhada kalmalarını sağlamak amacıyla kolşisin kullanılır. Bu kimyasal iğ ipliklerinin oluşumunu engellediği için kromozomların kutuplara doğru çekilmemesini ve dolayısıyla bölünmenin metafaz safhasında kalmasını sağlar (Öztürk, 1998).

Bu araştırmada 100 ml distile suda 5 mg kolşisin çözülürülerek solüsyon hazırlanmıştır. Uygulama yapılacak balıklara 100 gr vücut ağırlığı için 1 ml olacak şekilde % 0.05 konsantrasyonunda, dorsal yüzgecin alt kısmından dik bir biçimde kolşisin solüsyonu enjekte edilmiştir. Uygulamadan sonra balıklar tanklara konularak 6-7 saat bekletilmiştir. Hücrelerin şişerek büyümesi ve dağılmasını sağlamak amacıyla balık dokusu hipotonik solüsyon ile muamele edilmiş ve böylece hücreler daha iyi görülebilir hale getirilmiştir. Bu amaçla bekletme süreci sonunda balıklar öldürülüp böbrekleri ve solungaçları çıkarılmış, bu dokular bisturi ile küçük parçalara ayrılmış ve 0.075 M KCl (5.6 gr KCl üzerine son hacim 100 ml olacak şekilde distile su ilave edildikten sonra bu solüsyondan 10 ml alınarak 100 ml tamamlanmıştır) içeren petri kaplarında 30 dakika süreyle bekletilmiştir. Boyama öncesinde hücrelerin sabitleştirilmesi için fiske edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla 3:1 oranında metanol ve glacial asetik asit çözeltisinde 30'ar dakika fiske edilmişlerdir. Bu işlem 3 kez tekrar edilmiştir. Fiske edilen doku örnekleri 24 saat süresince buzdolabında bekletilmiştir (Vicdanlı, 2007; Denton, 1973; Kligerman ve Bloom, 1977; Chourrout ve Izkovich, 1983; Chourrout (1986)'dan).

Fiksatiften çıkarılan dokular küçük parçalara ayrılarak tabla üzerine yerleştirilmiştir. Örneklerin üzerine 2-3 damla % 50'lik asetik asit damlatılarak dokular ince uçlu bir pens yardımıyla parçalanmışlardır. 10 dakika sonra bir miktar süspansiyon hematokrit pipet kullanılarak daha önce ısıtıcı tabla üzerinde (40-50 °C) ısıtılmış lamaların üzerine 20-30 cm yükseklikten damlatılmıştır. Süspansiyon lam üzerinden çekilerek boş alanlara tekrar damlatılmıştır. Preparatlar havada kurumaya bırakılmıştır (Vicdanlı, 2007; Denton, 1973; Kligerman ve Bloom, 1977; Chourrout ve Izkovich, 1983; Chourrout (1986)'dan).

Giemsa boya solüsyonu pH'ı 7.0 olan Sorenson fosfat tamponuyla hazırlanmıştır. 100 ml distile suda 6.805 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ve 100 ml distile suda 7.099 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$

eritilmiştir. 6.24 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  çözeltisi ve 4.56 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  çözeltisi 489.18 ml distile suya eklenerek fosfat çözeltisi hazırlanmıştır. 93 ml fosfat tamponuna 7 ml giemsa eklenerek giemsa solüsyonu hazırlanmıştır. Kuruyan preparatlar % 7'lik giemsa solüsyonu içeren şale içerisine yerleştirilmişler ve 30 dakika süresince bekletilerek boyanmışlardır. Lamlar şaleden çıkarılarak çeşme suyuyla yıkanmışlar ve havada kurumaya bırakılmışlardır (Vicdanlı, 2007).

Preparatlarda kromozomların incelenmesi amacıyla binoküler mikroskop (Nikon) kullanılmıştır.

#### 4.2.4. Balıkların Yemlenmesi

Balıklar deneme süresince 08.00 ve 16.00 saatlerinde günde iki kez olmak üzere haftanın yedi günü, bütün balıkların yem almasına özen gösterilerek görülebilir doygunluk sınırına kadar yemlenmişlerdir. Balıklar tarafından tüketilen yemler her öğünde belirlenerek kayıt altına alınmıştır.

#### 4.2.5. Balıkların Boy-Ağırlık Ölçümü

Araştırmada, deneme başı ve sonunda tüm balıkların ağırlıkları tespit edilmiştir. Deneme başında 2 gruptan popülasyonu temsil eden 3'er adet, deneme sonunda ise her kafesten 15'er balığın boyları ölçülmüştür.



Şekil 4.4. Balıkların boy ve ağırlıklarının ölçülmesi (Orijinal)

## **4.2.6. Büyüme Performansı Parametrelerinin Belirlenmesi**

### **4.2.6.1. Canlı ağırlık artışı (CAA)**

Deneme süresince balıkların kazandığı ağırlık farkıdır. Aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Dernekbaşı, 2008):

$$CAA (\%) = \text{Deneme sonu vücut ağırlığı (g)} - \text{Deneme başı vücut ağırlığı (g)}$$

### **4.2.6.2. Yaşama oranı (YO)**

Deneme süresince her gün kafeslerde ölü balık olup olmadığı kontrol edilmiş ve ölen balıklar kafesten alınarak tartılmıştır. Deneme sonunda aşağıdaki formül kullanılarak yaşama oranı hesaplanmıştır:

$$YO (\%) = (\text{Deneme sonu canlı balık sayısı} / \text{Deneme başı balık sayısı}) \times 100$$

### **4.2.6.3. Spesifik büyüme oranı (SBO)**

Spesifik büyüme oranı belirli bir zamanda büyümedeki artışını ifadesidir. Aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Korkut ve ark., 2007):

$$SBO (\%) = \{[\ln (\text{Deneme sonu ağırlık (g)}) - \ln (\text{Deneme başı ağırlık (g)})] / \text{Deneme süresi}\} \times 100$$

### **4.2.6.4. Oransal büyüme oranı (OBO)**

Oransal büyüme oranı, balık büyüklüğü arttıkça azalır. Aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Dernekbaşı, 2008):

$$OBO (\%) = \{[\text{Son ağırlık (g)} - \text{Başlangıç ağırlığı (g)}] / \text{Başlangıç ağırlığı (g)}\} \times 100$$

### **4.2.6.5. Yem tüketimi (YT)**

Deneme süresince balık başına tüketilen yem miktarı olup aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Dernekbaşı, 2008):

$$YT (\text{g/balık}) = \text{Toplam tüketilen yem miktarı (g)} / \text{Balık sayısı}$$

### **4.2.6.6. Yem değerlendirme sayısı (YDS)**

Yem değerlendirme sayısı, büyüme ve beslenme arasındaki ilişkiyi gösterir. YDS'nin küçük olması yüksek büyüme oranına işaret eder. YDS aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Dernekbaşı, 2008):

YDS = Toplam verilen yem miktarı (g) / {[Son ağırlık (g) – İlk ağırlık (g)] + Ölen balık ağırlığı (g)}

#### 4.2.6.7. Kondisyon faktörü (KF)

Kondisyon faktörü balıkların ağırlık-boy ilişkisinin belirlenmesi için kullanılır. Aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Orth ve ark., 1983):

$$KF = \{ \text{Ağırlık (g)} / [\text{Uzunluk (cm)}]^3 \} \times 100$$

#### 4.2.6.8. Karkas verimi (KV), hepatosomatik indeks (HSI) ve viserosomatik indeks (VSI)

Karkas verimi, hepatosomatik indeks ve viserosomatik indeks değerlerinin belirlenmesi için deneme başında her gruptan 3'er, deneme sonunda ise her tekerrürden 2'ser adet balık örnek olarak alınmıştır.

Karkas veriminin belirlenmesi için balıkların baş, deri, yüzgeç, kılçık ve iç organları temizlenerek et dokusu tartılmıştır. Aşağıdaki formül kullanılarak karkas verimi belirlenmiştir (Korkut ve ark., 2007):

$$KV (\%) = [\text{Temizlenmiş balık ağırlığı (g)} / \text{Toplam vücut ağırlığı (g)}] \times 100$$

Hepatosomatik indeksin belirlenmesi için karaciğer çıkarılarak tartılmış ve aşağıdaki formül kullanılarak HSI hesaplanmıştır (Korkut ve ark., 2007):

$$HSI (\%) = [\text{Karaciğer ağırlığı (g)} / \text{Toplam vücut ağırlığı (g)}] \times 100$$

Viserosomatik indeksin hesaplanması için balıkların iç organları çıkarılarak tartılmış ve aşağıdaki formül kullanılmıştır (Korkut ve ark., 2007):

$$VSI (\%) = [\text{İç organ ağırlığı (g)} / \text{Toplam vücut ağırlığı (g)}] \times 100$$

#### 4.2.7. Kimyasal Analizler

Deneme başlangıcında ve sonunda örnek olarak alınan balıklar öldürülüp temizlendikten sonra etleri homojenize edilip -80°C'de analizler yapılana kadar muhafaza edilmiştir.

##### 4.2.7.1. Ham protein analizi

Balık etlerindeki protein analizleri Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır (AOAC, 1980). Bu yöntemde göre 1 g'lık balık eti örneği tartılıp 2 adet potasyum karbonat tableti ile birlikte tüpe konulmuştur. Üzerine 15 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilip yakma ünitesine

yerleştirilmiştir. 420 °C’de 1-1.5 saat süresince renk berraklaşınca kadar yakılmıştır. Yakma işlemi bittikten sonra tüpler oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Soğutulan tüplere 75 ml saf su konulup destilasyon cihazına yerleştirilmiş ve 50 ml % 33’lük NaOH (sodyum hidroksit) çekilmiştir. Erlenmayere % 4’lük 25 ml borik asit, 3 damla metil red ve 3 damla brom kroze green eklenmiş ve destilasyon cihazına yerleştirilmiştir. Erlenmayerdeki renk mavi oluncaya kadar 7 dakika süresince destilasyon yapılmıştır. Destilasyon işlemi bittikten sonra 0.1 N HCl ile renk pembeye dönünceye kadar titrasyon yapılmış ve sarfiyat kaydedilerek aşağıdaki formüle göre ham protein miktarı hesaplanmıştır:

Ham Protein (%) = {[Titrasyonda harcanan HCl miktarı (ml) x 0.0014 x 6.25] / Örnek miktarı (g)} x 100

#### **4.2.7.2. Ham yağ analizi**

Ham yağ miktarının belirlenmesi için 2-3 g örnek tartılıp K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile nemi alındıktan sonra Soxhlet kartuşuna konulmuştur. Kartuşun ağzı pamukla kapatılıp Soxhlet tüpüne yerleştirilmiş ve etüvde kurutulup darası alınan balona sabitlenmiştir. Üzerine 1.5 sifon saf eter ilave edilerek 60-70 °C’de 6-7 saat bekletilmiştir. Ekstrasyon işlemi bittikten sonra balonlar 105 °C’de etüvde kurutulmuş ve tartımları yapıldıktan sonra aşağıdaki formül kullanılarak ham yağ miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 1980):

Ham yağ (%) = {[Balon son ağırlık (g) – Balon dara (g)] / Örnek miktarı (g)} x 100

#### **4.2.7.3. Ham kül analizi**

Balık etinden alınan yaklaşık 1 g örnek darası alınmış porselen kroze içine konularak 550 °C’deki kül fırınında 5-6 saat yakılmış. Yakma işlemi bittikten sonra desikatörde soğutulan krozeler tekrar tartılarak aşağıdaki formül kullanılarak ham kül miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 1980):

Ham kül (%) = {[Daralı kül (g) – Dara (g)] / [Daralı örnek (g) – Dara (g)]} x 100

#### **4.2.7.4. Kuru madde analizi**

Kurutulup darası alınan kuru madde kabına balık eti örneğinden yaklaşık 5 g tartıldıktan sonra 105 °C sıcaklıktaki kurutma dolabına konarak 3 saat kurutulmuştur. Kurutma işlemi bittikten sonra kurutma kapları desikatörde soğutulup tekrar tartılmış ve kuru madde ve nem miktarı aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır (AOAC, 1980):



Kuru madde (%) = {[Daralı kuru madde (g) - Dara (g)] / [Daralı örnek (g) - Dara (g)]} x 100

Nem (%) = 100 – Kuru madde (%)

#### **4.2.7.5. Yağ asitleri analizi**

Modifiye edilmiş Bligh and Dyer (Hanson ve Olley, 1963) metoduna göre yağları çıkarılan örneklerden yaklaşık 30-40 mg yağ vida kapaklı cam şişelerde tartılmıştır. Daha sonra 2 ml 0.5 M metanolik NaOH ilave edilen örneklerin üzeri azot gazı ile doldurularak ısıtma blokunda 115°C de 7 dakika süre ile kaynatılmıştır. Tüpler soğutulduktan sonra 15 ml % 14'lük metanolik BF<sub>3</sub> ilave edilip 115°C de 5 dakika kaynatılmıştır. Soğutulan numune üzerine 2 ml Iso-octan ve 4 ml doymuş tuz çözeltisi ilave edilmiştir. Vorteks ile karıştırılıp, iki faza ayrılan numunenin üst fazı vial (2 ml hacmindeki) alınmıştır. Viale alınan numunelerin, gaz kromatografisinde (GC-MS) okutulması için MKÜFAM (Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Araştırma Merkezi)'a gönderilmiştir (Öksüz ve Özyılmaz, 2010).

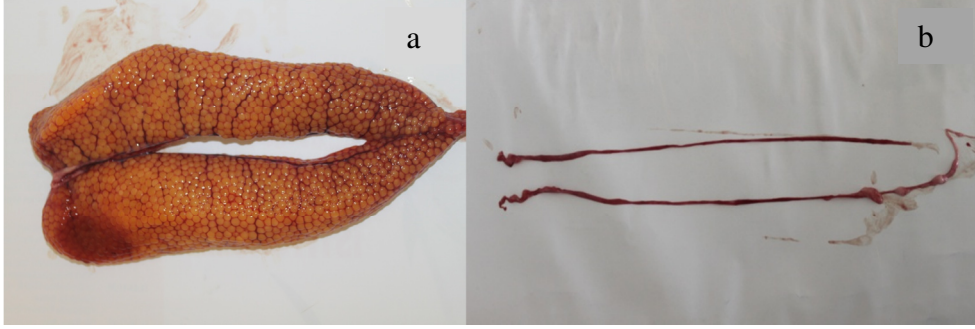
#### **4.2.8. İstatistiksel Değerlendirme**

Deneme gruplarından elde edilen veriler arasında farklılık olup olmadığı tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir (one-way ANOVA). Canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, yaşama oranı, karkas verimi, hepatosomatik ve viserosomatik indeks, biyokimyasal kompozisyon içerikleri ve yağ asiti ile ilgili veriler arc-sin transformasyonu yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizinden önce verilerin normaliteleri (Anderson-Darling) ve grupların varyans eşitlik testleri yapılmıştır. İstatistiksel analizlerde Minitab 13.0 paket programı kullanılmıştır.

## 5. BULGULAR

### 5.1. Denemede Kullanılan Triploid Balıkların Karyotipine ve Gonadlarına İlişkin Bulgular

Denemede kullanılan triploid balıkların ploidi seviyesini belirlemek için kullanılan karyotipleme tekniğinde elde edilen görüntüler, balıkların oldukça büyük olmasından dolayı mitoz bölünmenin azlığı sonucunda net olmamasına rağmen, mikroskop yardımıyla yapılan metafaz sayımları (yaklaşık 91) balıkların triploid olduğunu göstermektedir. Ayrıca triploid balıkların gonad yapıları da bu balıkların kısır olduğunu gösteren bir ölçü olmuştur. Deneme sonunda diploid ve triploid balıkların gonadları görülmektedir.



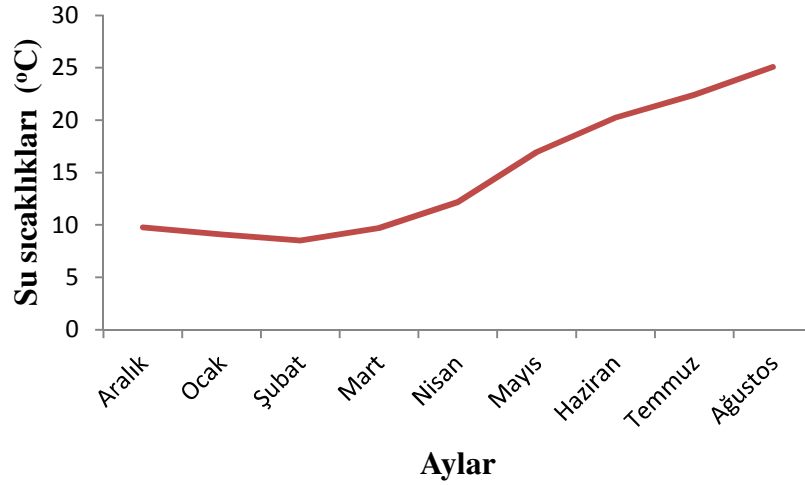
Şekil 5.1. Diploid ve triploid gökkuşacağı alabalıklarının gonadları

### 5.2. Su Parametrelerine İlişkin Bulgular

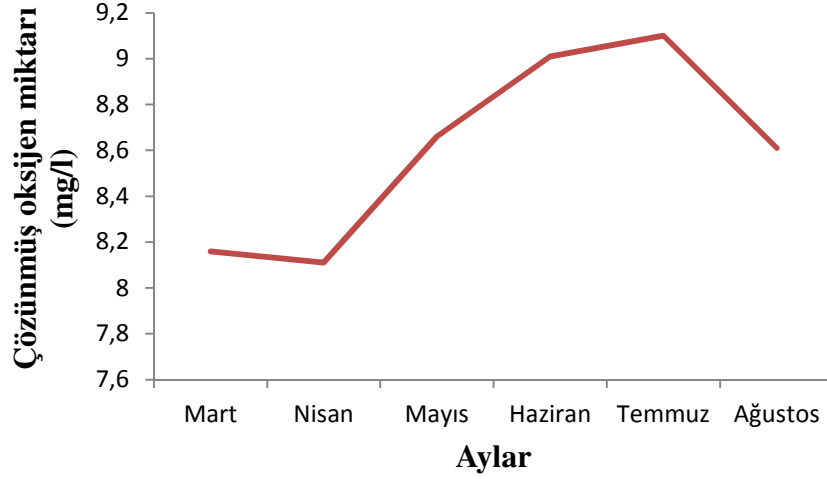
Su sıcaklığı deneme süresince ölçülmüş olup çözülmüş oksijen miktarı mart ayından itibaren deneme sonuna kadar günde bir kez ölçülmüştür. Ortalama su sıcaklığı ve oksijen çözünürlüğü sırasıyla  $14.88 \pm 2.13$  °C ve  $8.61 \pm 0.17$  mg/l olarak tespit edilmiştir. Su sıcaklığı ve oksijen çözünürlüğü değişimleri Şekil 5.2 ve 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.1. Aylara bağlı sıcaklık (°C) ve çözünmüş oksijen değişimi (mg/l)

Ay	Sıcaklık (°C)	Çözünmüş oksijen (mg/l)
Aralık	9.75 ± 0.23	-
Ocak	9.08 ± 0.13	-
Şubat	8.52 ± 0.08	-
Mart	9.7 ± 0.10	8.16 ± 0.03
Nisan	12.18 ± 0.16	8.11 ± 0.03
Mayıs	16.94 ± 0.23	8.66 ± 0.07
Haziran	20.25 ± 0.20	9.01 ± 0.03
Temmuz	22.4 ± 0.16	9.10 ± 0.04
Ağustos	25.07 ± 0.20	8.61 ± 0.11
<b>Ortalama</b>	<b>14.88 ± 2.13</b>	<b>8.62 ± 0.17</b>



Şekil 5.2. Deneme süresince sıcaklık değişimi

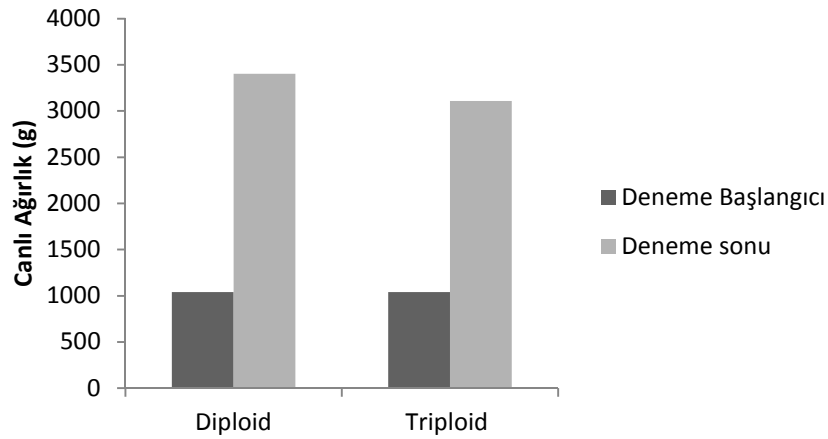


Şekil 5.3. Deneme süresince çözülmüş oksijen değişimi

### 5.3. Büyüme Performansı ve Yaşama Oranına İlişkin Bulgular

Deneme başı ve sonunda grupların ortalama canlı ağırlıkları, canlı ağırlık artışları (CAA, g), spesifik büyüme oranları (SBO, %), oransal büyüme oranları (OBO, %) ve yaşama oranlarına (YO, %) ilişkin bulgular Çizelge 5.1 ve Şekil 5.5.'te verilmiştir.

Deneme başında canlı ağırlıklar diploid ve triploid gruplar için sırasıyla  $1040.14 \pm 1.29$  g ve  $1039.71 \pm 1.57$  g olarak tespit edilmiş olup aradaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). Deneme sonunda ise canlı ağırlıklar diploid ve triploid gruplar için sırasıyla  $3403.02 \pm 17.29$  g ve  $3107.82 \pm 30.00$  g olarak tespit edilmiş ve aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Deneme gruplarının başlangıç ve son ağırlıkları Şekil 5.4'te gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Deneme başlangıcı ve sonunda gruplar arasında canlı ağırlık değişimi (g)

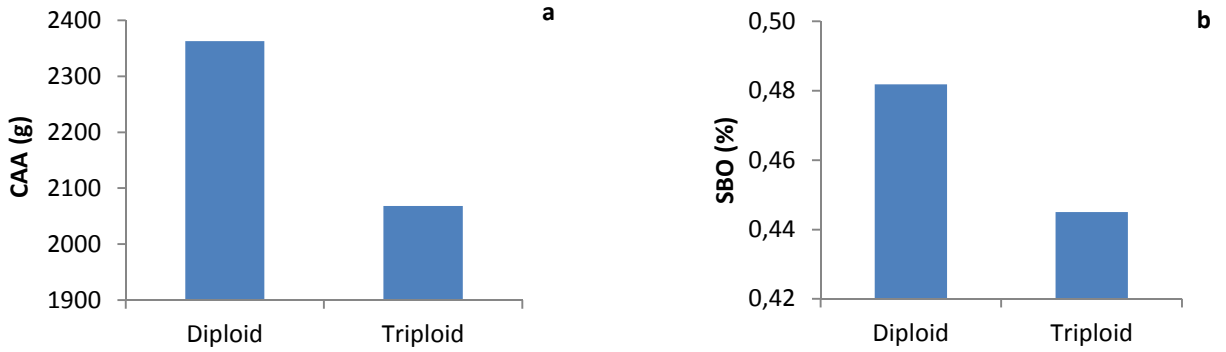
Deneme gruplarında canlı ağırlık artışı diploid ve triploidler için sırasıyla  $2362.88 \pm 16.38$  g ve  $2068.10 \pm 31.53$  g olarak belirlenmiş olup aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Spesifik büyüme oranı incelendiğinde gruplar arasında sırasıyla  $\% 0.48 \pm 0.00$  ve  $\% 0.45 \pm 0.01$  olarak tespit edilmiş olup aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Oransal büyüme oranına bakıldığında, gruplar arasında sırasıyla  $\% 227.17 \pm 1.40$  ve  $\% 198.92 \pm 3.33$  olarak tespit edilmiş olup aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

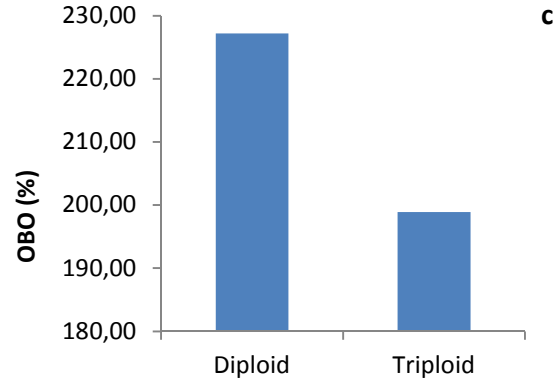
Çizelge 5.2. Deneme gruplarında büyüme parametreleri

Büyüme Parametreleri	Diploid	Triploid
Deneme Başlangıcı Ağırlık (g)	$1040.14 \pm 1.29^a$	$1039.71 \pm 1.57^a$
Deneme Sonu Ağırlık (g)	$3403.02 \pm 17.29^a$	$3107.82 \pm 30.00^b$
Canlı Ağırlık Artışı (g)	$2362.88 \pm 16.38^a$	$2068.10 \pm 31.53^b$
Spesifik Büyüme Oranı (%)	$0.48 \pm 0.00^a$	$0.45 \pm 0.01^b$
Oransal Büyüme Oranı (%)	$227.17 \pm 1.40^a$	$198.92 \pm 3.33^b$

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p < 0.05$ ).





Şekil 5.5. Deneme gruplarının canlı ağırlık artışları (CAA, a), spesifik büyüme oranları (SBO, b) ve oransal büyüme oranları (OBO, c)

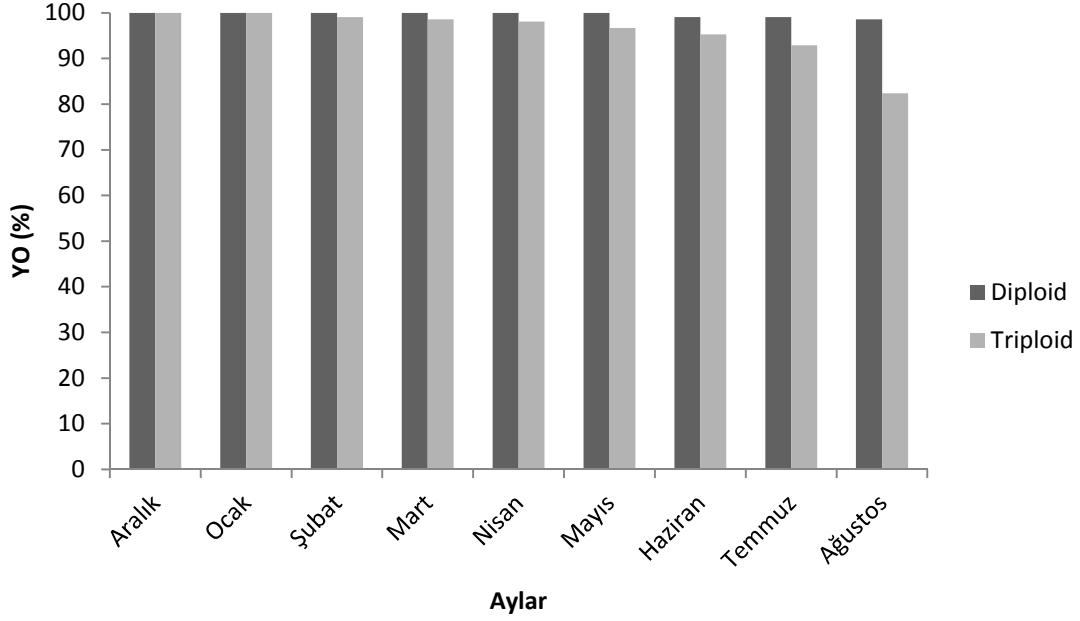
Yaşama oranına ilişkin bulgular Çizelge 5.2 ve Şekil 5.6’te verilmiştir. Deneme süresince diploid grupta yalnızca haziran ve ağustos aylarında ölüm gerçekleşmiş olup triploid grupta şubat ayından itibaren her ay ölüm gerçekleşmiş ve deneme süresince triploidler için yaşama oranı önemli oranda azalmıştır. Çalışma sonucunda diploid ve triploid gruplar arasında mart (sırasıyla % 100, % 98.57 ± 0), nisan (sırasıyla % 100, % 98.10 ± 0.48) ve mayıs aylarında (sırasıyla % 100, % 96.67 ± 0.95) yaşama oranı bakımından önemli oranda fark belirlenmiş olup ( $p < 0.05$ ) deneme sonunda (ağustos ayında) (sırasıyla % 98.57 ± 1.43, 82.38 ± 7.39) gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

Çizelge 5.3. Deneme gruplarında aylara bağlı olarak yaşama oranı (%)

Aylar	Diploid	Triploid
Aralık	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>
Ocak	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>
Şubat	100 <sup>a</sup>	99.05 ± 0.48 <sup>a</sup>
Mart	100 <sup>a</sup>	98.57 ± 0 <sup>b</sup>
Nisan	100 <sup>a</sup>	98.10 ± 0.48 <sup>b</sup>
Mayıs	100 <sup>a</sup>	96.67 ± 0.95 <sup>b</sup>
Haziran	99.05 ± 0.95 <sup>a</sup>	95.24 ± 1.72 <sup>a</sup>
Temmuz	99.05 ± 0.95 <sup>a</sup>	92.86 ± 2.97 <sup>a</sup>
Ağustos	98.57 ± 1.43 <sup>a</sup>	82.38 ± 7.39 <sup>a</sup>

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p < 0.05$ ).



Şekil 5.6. Deneme gruplarında aylara bağlı yaşama oranları (%)

#### 5.4. Yem Tüketimi ve Yem Değerlendirme Sayısına İlişkin Bulgular

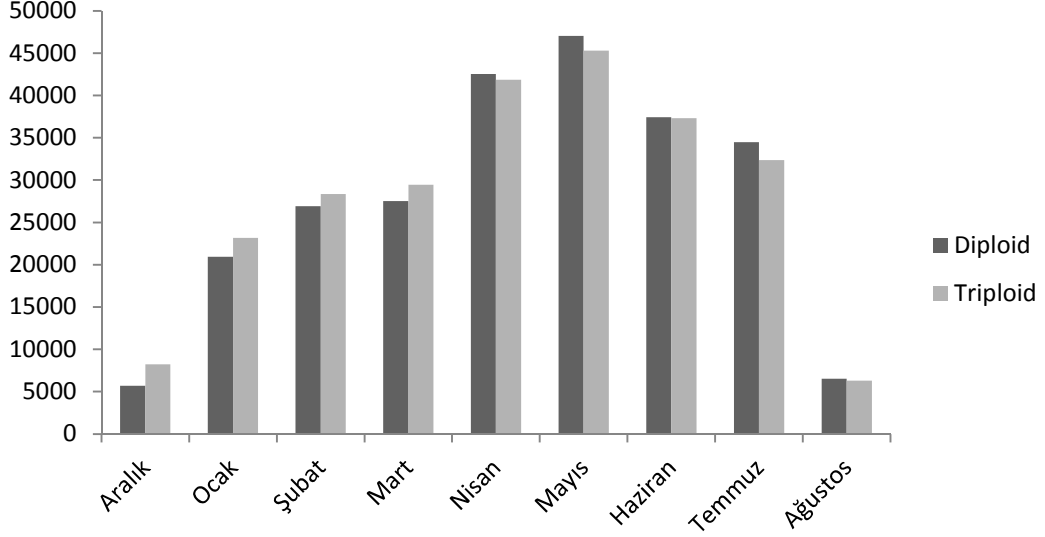
Deneme süresince yem tüketiminin gruplar arasında aylara göre değişimi Şekil 5.6'da gösterilmiştir. Çizelge 5.3 ve Şekil 5.7'de deneme sonunda grupların toplam yem tüketimi, balık başına yem tüketimi (YT) ve yem değerlendirme sayısı (YDS) verilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda toplam yem tüketimi ve balık başına yem tüketimi açısından gruplar arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ). Bununla birlikte yem değerlendirme sayısı (YDS) deneme sonucunda diploid ve triploid gruplar arasında ortalama olarak  $1.52 \pm 0.04$  ve  $1.86 \pm 0.06$  olarak tespit edilmiş ve istatistiksel analizlere göre farkın önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 5.4. Deneme sonunda toplam yem tüketimi, balık başına yem tüketimi (YT) ve yem değerlendirme sayısı (YDS)

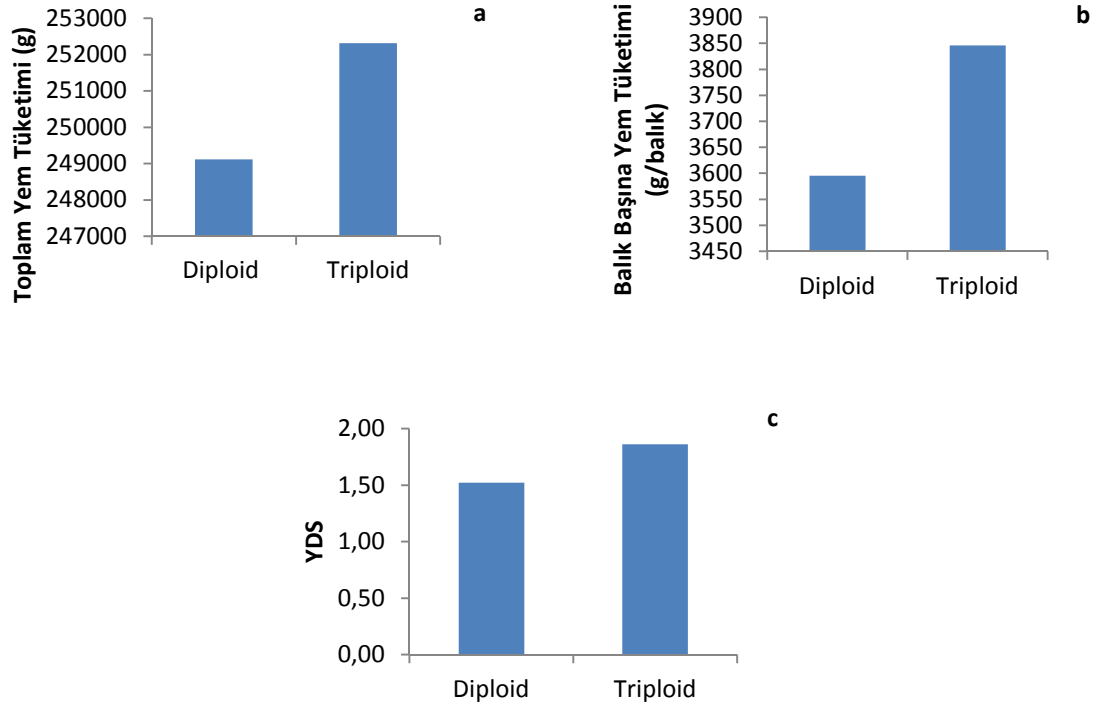
Gruplar	Toplam Yem Tüketimi (g)	YT (g/balık)	YDS
Diploid	$249120 \pm 821.06^a$	$3595.47 \pm 69.98^a$	$1.52 \pm 0.04^a$
Triploid	$252310 \pm 3877.94^a$	$3846.16 \pm 65.20^a$	$1.86 \pm 0.06^b$

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).



Şekil 5.7. Deneme süresince yem tüketiminin gruplar arasında aylara göre değişimi



Şekil 5.8. Deneme gruplarının toplam yem tüketimi (g, a), balık başına yem tüketimi (YT, g/balık, b) ve yem değerlendirme sayıları (YDS, c)



## 5.5. Kondisyon Faktörüne İlişkin Bulgular

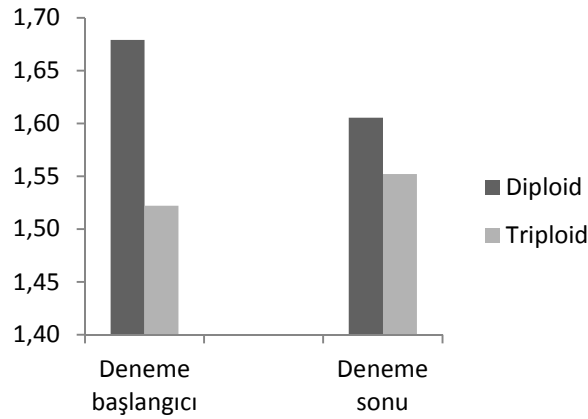
Deneme gruplarının kondisyon faktörleri Çizelge 5.4 ve Şekil 5.9’da verilmiştir. Deneme başlangıcı ve sonunda kondisyon faktörü değerleri bakımından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Çizelge 5.5. Grupların kondisyon faktörü değerleri (D<sub>o</sub>; Diploid deneme başlangıcı, T<sub>o</sub>; Triploid deneme başlangıcı, D<sub>s</sub>; Diploid deneme sonu, T<sub>s</sub>; Triploid deneme sonu)

Gruplar	Kondisyon Faktörü (%)
D <sub>o</sub>	1.68 ± 0.16 <sup>a</sup>
T <sub>o</sub>	1.52 ± 0.07 <sup>a</sup>
D <sub>s</sub>	1.61 ± 0.02 <sup>a</sup>
T <sub>s</sub>	1.55 ± 0.01 <sup>a</sup>

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ )



Şekil 5.9. Deneme gruplarının kondisyon faktörleri

## 5.6. Hepatosomatik İndeks (HSI), Viserosomatik İndeks (VSI) ve Karkas Verimine (KV) İlişkin Bulgular

Deneme gruplarının hepatosomatik indeks, viserosomatik indeks ve karkas verimi değerleri Çizelge 5.5 ve Şekil 5.10’da verilmiştir. Deneme başı ve sonunda hepatosomatik indeks değerleri açısından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

Deneme başında viserosomatik indeks açısından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Deneme sonunda VSI diploid ve

triploid gruplar için sırasıyla %  $9.21 \pm 0.44$  ve %  $13.55 \pm 0.47$  olarak tespit edilmiş ve aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ).

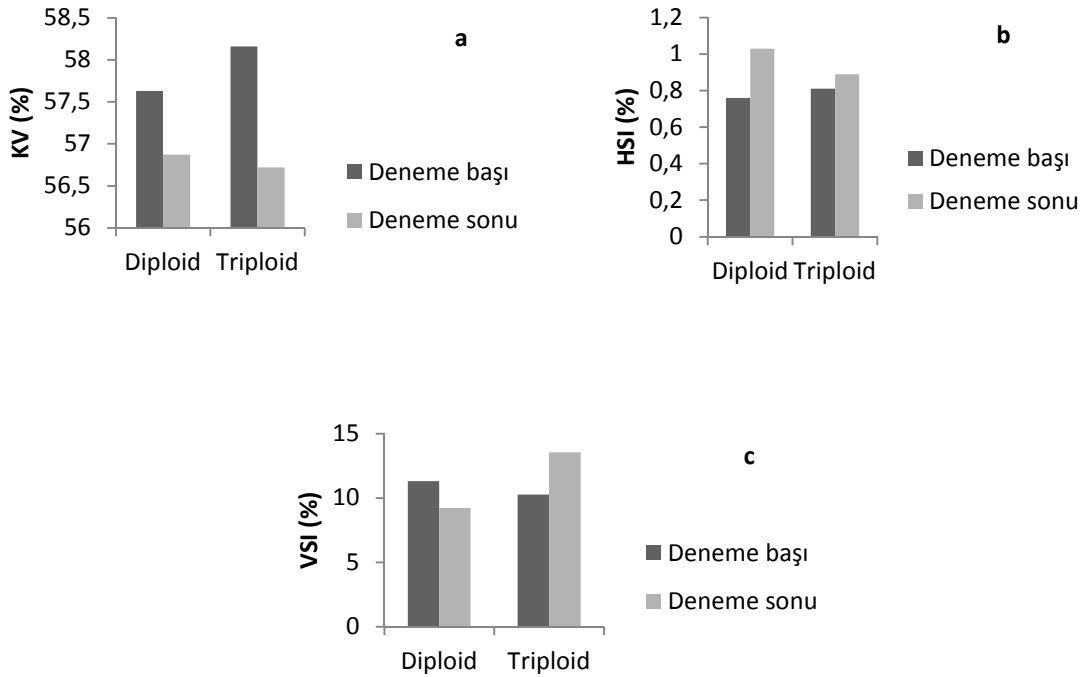
Deneme başı ve sonunda gruplar arasında karkas verimi bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

Çizelge 5.6. Grupların ortalama hepatosomatik indeks (HSI), viserosomatik indeks (VSI) ve karkas verimi (KV) (D<sub>0</sub>; Diploid deneme başlangıcı, T<sub>0</sub>; Triploid deneme başlangıcı, D<sub>s</sub>; Diploid deneme sonu, T<sub>s</sub>; Triploid deneme sonu)

Gruplar	HSI (%)	VSI (%)	KV (%)
D <sub>0</sub>	$0.76 \pm 0.06^a$	$11.32 \pm 2.14^{ab}$	$57.63 \pm 1.48^a$
T <sub>0</sub>	$0.81 \pm 0.03^a$	$10.27 \pm 0.19^a$	$58.16 \pm 1.80^a$
D <sub>s</sub>	$1.03 \pm 0.08^a$	$9.21 \pm 0.44^a$	$56.87 \pm 0.69^a$
T <sub>s</sub>	$0.89 \pm 0.12^a$	$13.55 \pm 0.47^b$	$56.72 \pm 0.65^a$

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p < 0.05$ )



Şekil 5.10. Deneme başlangıcı ve sonunda grupların karkas verimi (KV, %, a), hepatosomatik indeks (HSI, %, b) ve viserosomatik indeks (VSI, %, c)

## 5.7. Vücut Kompozisyonu Değerlerine İlişkin Bulgular

Deneme sonunda balık etinde ham protein (HP), ham yağ (HY), ham kül (HK) ve nem oranları ve aynı zamanda karaciğerdeki ham yağ oranı Çizelge 5.6 ve Şekil 5.11’de verilmiştir.

Deneme gruplarında deneme sonu ve başında balık etinde yapılan ham protein (HP) analizinin sonuçlarına bakıldığında, deneme başında gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmazken ( $p>0.05$ ) deneme sonunda diploid ( $19.46 \pm 0.51$ ) ve triploid ( $17.84 \pm 0.49$ ) gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

Balık etindeki ham yağ (HY) oranı incelendiğinde, deneme başında diploid ve triploid gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Bununla birlikte deneme sonunda diploid ve triploid gruplarda ham yağ oranı sırasıyla  $\% 10.82 \pm 0.25$  ve  $\% 20.02 \pm 0.42$  olarak tespit edilmiş ve gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Çizelge 5.7. Deneme gruplarında balık etinin kimyasal kompozisyonu (D<sub>0</sub>; Diploid başlangıç, T<sub>0</sub>; Triploid başlangıç, D<sub>s</sub>; Diploid bitiş, T<sub>s</sub>; Triploid bitiş, HP; Ham protein, HY; Ham yağ, HK; Ham kül)

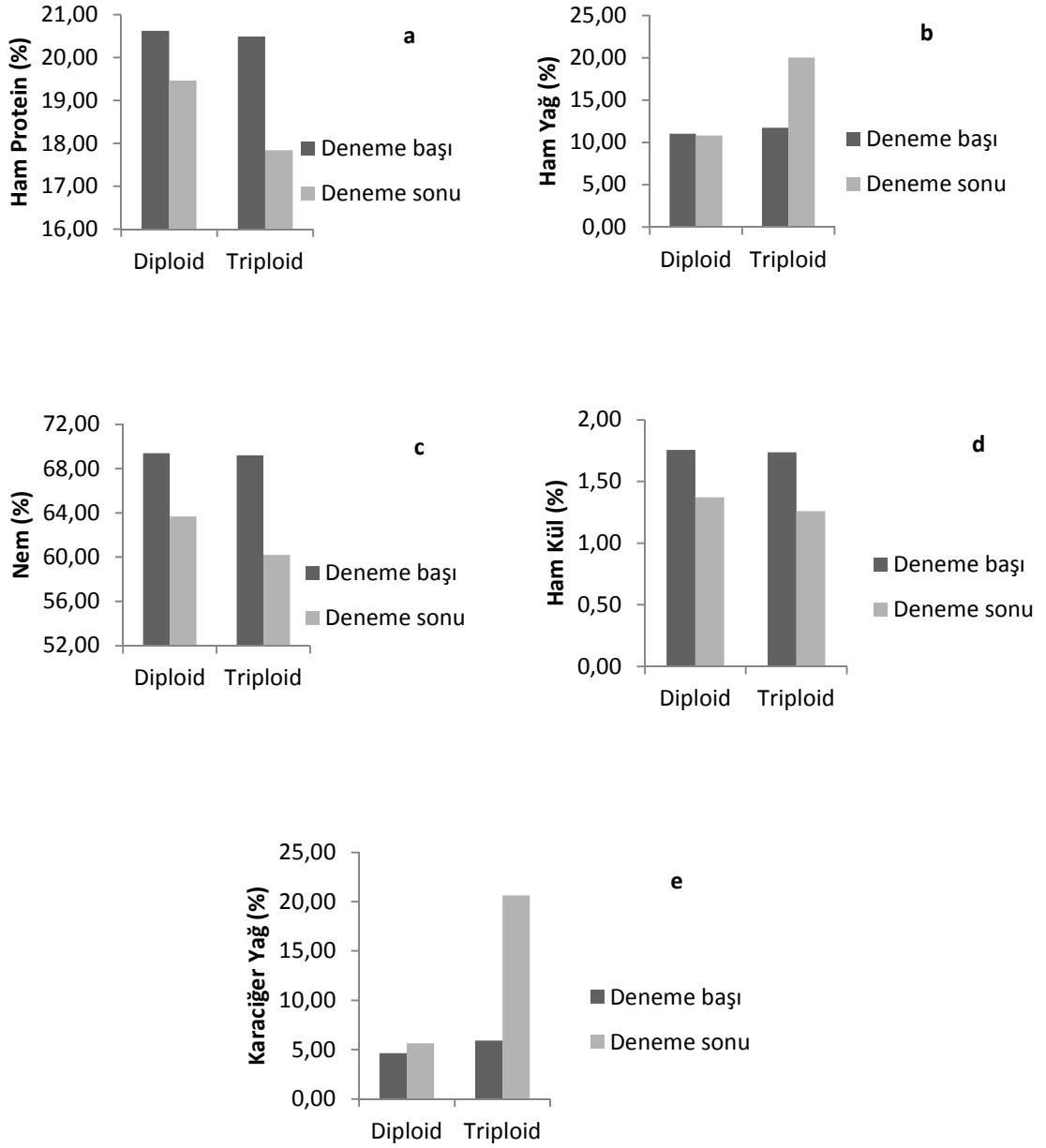
Grup	HP (%)	HY (%)	HK (%)	Nem (%)	Karaciğer yağ
D <sub>0</sub>	$20.62 \pm 0.59^a$	$11.02 \pm 0.27^{ac}$	$1.76 \pm 0.06^a$	$69.39 \pm 0.05^a$	$4.63 \pm 0.12^a$
T <sub>0</sub>	$20.49 \pm 0.02^a$	$11.75 \pm 0.17^c$	$1.74 \pm 0.04^a$	$69.21 \pm 0.15^a$	$5.92 \pm 0.43^b$
D <sub>s</sub>	$19.46 \pm 0.51^a$	$10.82 \pm 0.25^a$	$1.37 \pm 0.15^b$	$63.68 \pm 0.88^b$	$5.65 \pm 0.21^b$
T <sub>s</sub>	$17.84 \pm 0.49^b$	$20.02 \pm 0.42^b$	$1.26 \pm 0.07^b$	$60.20 \pm 1.16^b$	$26.65 \pm 3.86^c$

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

Deneme gruplarında balık etindeki ham kül oranları deneme başında ve sonunda gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

Balık etindeki nem oranı incelendiğinde deneme başında ve sonunda gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).



Şekil 5.11. Deneme başı ve sonunda ham protein (HP, %, a), ham yağ (HY, %, b), nem (%), c) ham kül (HK, %, d), karaciğer yağ (%), e) oranları

Deneme gruplarında karaciğerdeki ham yağ oranı incelendiğinde deneme başında diploid ve triploid grupların karaciğerlerinin ortalama olarak sırasıyla %  $4.63 \pm 0.12$  ve %  $5.92 \pm 0.43$  yağ içerdiği tespit edilmiş ve gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Deneme sonunda diploid ve triploid grupların karaciğerlerindeki ham yağ değerleri sırasıyla %  $5.65 \pm 0.21$  ve %  $26.65 \pm 3.86$  olarak belirlenmiş ve yapılan istatistiksel analizler sonucunda gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ).

### 5.8. Yağ Asitleri Kompozisyonuna İlişkin Bulgular

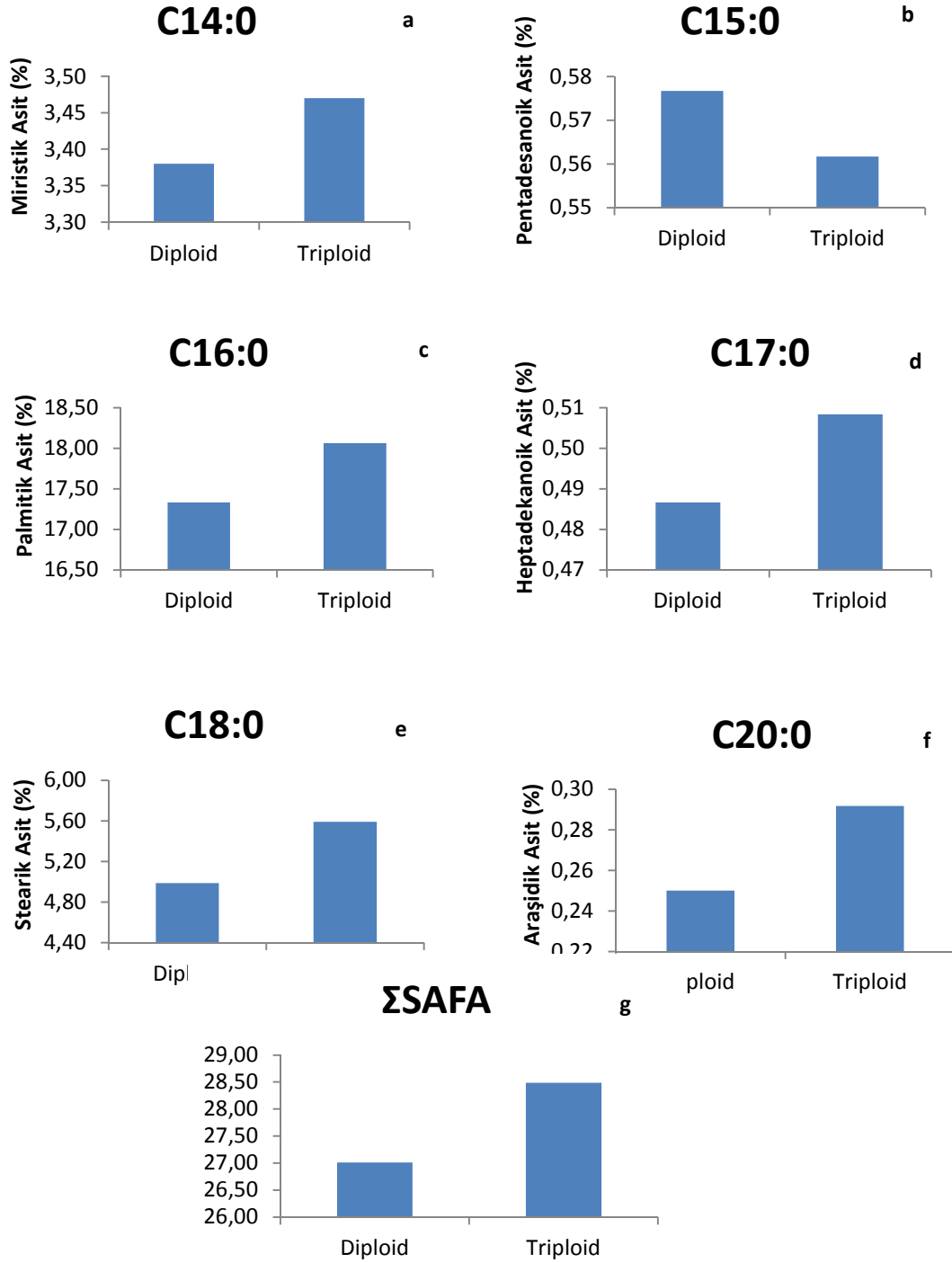
Deneme sonunda diploid ve triploid grupların etlerinde belirlenen toplam doymuş yağ asit (SAFA) miktarları Çizelge 5.7 ve Şekil 5.12’de verilmiştir. Deneme gruplarında balık etindeki toplam SAFA dağılımı sırasıyla diploid ve triploidler için %  $27.01 \pm 0.49$  ve %  $28.49 \pm 0.39$  olarak bulunmuş ve aradaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Yapılan istatistiksel analizler sonucunda doymuş yağ asitlerinden miristik asit (C14:0), pentadesanoik asit (C15:0), palmitik asit (C16:0), heptadekanoik asit (C17:0) ve araşidik asit (C20:0) bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Bununla birlikte stearik asit (C18:0) miktarı bakımından diploid (%  $4.99 \pm 0.09$ ) ve triploid (%  $5.59 \pm 0.05$ ) gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

Çizelge 5.8. Deneme gruplarında balık etinde toplam doymuş yağ asitleri (SAFA) miktarları (%)

Yağ Asitleri	Diploid	Triploid
C14:0	$3.38 \pm 0.04^a$	$3.47 \pm 0.13^a$
C15:0	$0.58 \pm 0.01^a$	$0.56 \pm 0.03^a$
C16:0	$17.33 \pm 0.32^a$	$18.06 \pm 0.20^a$
C17:0	$0.49 \pm 0.04^a$	$0.51 \pm 0.03^a$
C18:0	$4.99 \pm 0.09^a$	$5.59 \pm 0.05^b$
C20:0	$0.25 \pm 0.02^a$	$0.29 \pm 0.02^a$
<b>ΣSAFA</b>	<b><math>27.01 \pm 0.49^a</math></b>	<b><math>28.49 \pm 0.39^a</math></b>

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).



Şekil 5.12. Deneme sonunda balık etinde miristik asit (C14:0, a), pentadesanoik asit (C15:0, b), palmitik asit (C16:0, c), heptadekanoik asit (C17:0, d), stearik asit (C18:0, e), araşidik asit (C20:0, f) ve toplam doymuş yağ asidi (ΣSAFA, g) miktarları

Deneme gruplarında balık etinde tekli doymamış yağ asitlerinin miktarları Çizelge 5.8 ve Şekil 5.13'te verilmiştir. Deneme gruplarında toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarı ortalama olarak diploid ve triploidler için sırasıyla % 39.27 ± 0.71 ve % 37.29 ± 0.68 olarak bulunmuş ve yapılan istatistiksel analiz sonucunda

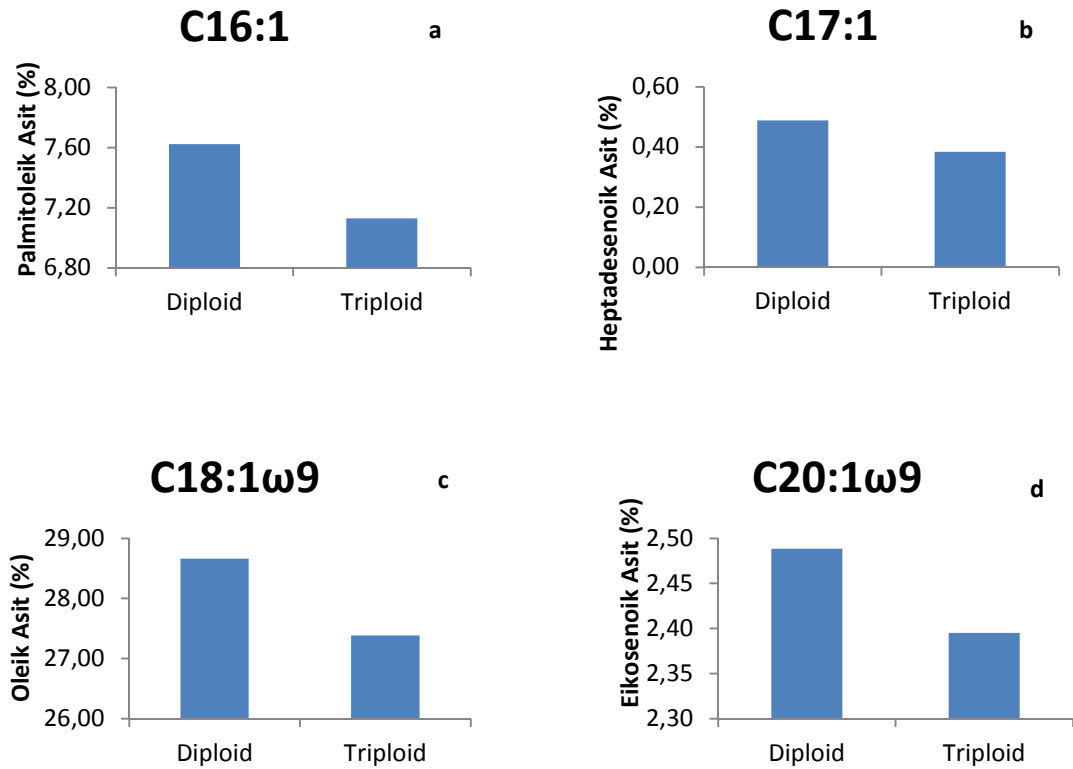
aradaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinden palmitoleik asit (16:1), heptadesenoik asit (17:1), oleik asit (18:1 $\omega$ 9) ve eikosenoik asit (20:1 $\omega$ 9) miktarları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde diploid ve triploid gruplar arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ).

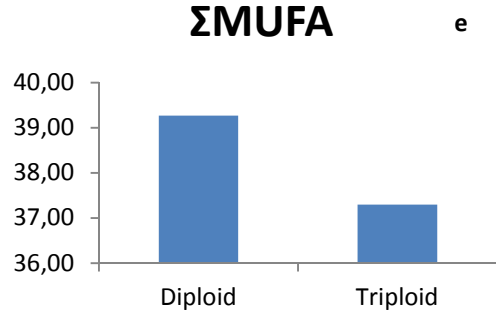
Çizelge 5.9. Deneme gruplarında balık etinde tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarları (%)

Yağ Asitleri	Diploid	Triploid
C16:1	7.62 $\pm$ 0.24 <sup>a</sup>	7.13 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>
C17:1	0.49 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	0.38 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>
C18:1 $\omega$ 9	28.67 $\pm$ 0.47 <sup>a</sup>	27.39 $\pm$ 0.72 <sup>a</sup>
C20:1 $\omega$ 9	2.49 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	2.4 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>
<b><math>\Sigma</math>MUFA</b>	<b>39.27 <math>\pm</math> 0.71<sup>a</sup></b>	<b>37.29 <math>\pm</math> 0.68<sup>a</sup></b>

Her değer ortalama $\pm$ standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).





Şekil 5.13. Deneme gruplarında balık etinde palmitoleik asit (C16:1, a), heptadesenoik asit (C17:1, b), oleik asit (C18ω9, c), eikosenoik asit (C20:1ω9, d) ve toplam tekli doymamış yağ asidi (ΣMUFA, e) miktarları

Deneme gruplarında balık etinde çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarları Çizelge 5.9 ve Şekil 5.14'te verilmiştir. Deneme gruplarında toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA Omega-3) miktarı ortalama olarak diploid ve triploidler için sırasıyla %  $17.83 \pm 0.14$  ve %  $16.44 \pm 0.49$  bulunmuş ve yapılan istatistiksel analizler sonucunda aradaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir ( $p > 0.05$ ). Çoklu doymamış yağ asitlerinden linolenik asit (C18:3ω3), stearidonik asit (C18:4ω3), eikosatrienoik asit (C20:3ω3), eikosapentaeonik asit (C20:5ω3) ve dekosapentanoik asit (C22:5ω3) miktarları arasındaki fark önemsiz bulunmuş ( $p > 0.05$ ) ancak dekosahexaenoik asit (C22:6ω3) miktarı bakımından diploid ( $10.44 \pm 0.16$ ) ve triploid ( $9.34 \pm 0.28$ ) gruplar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ).

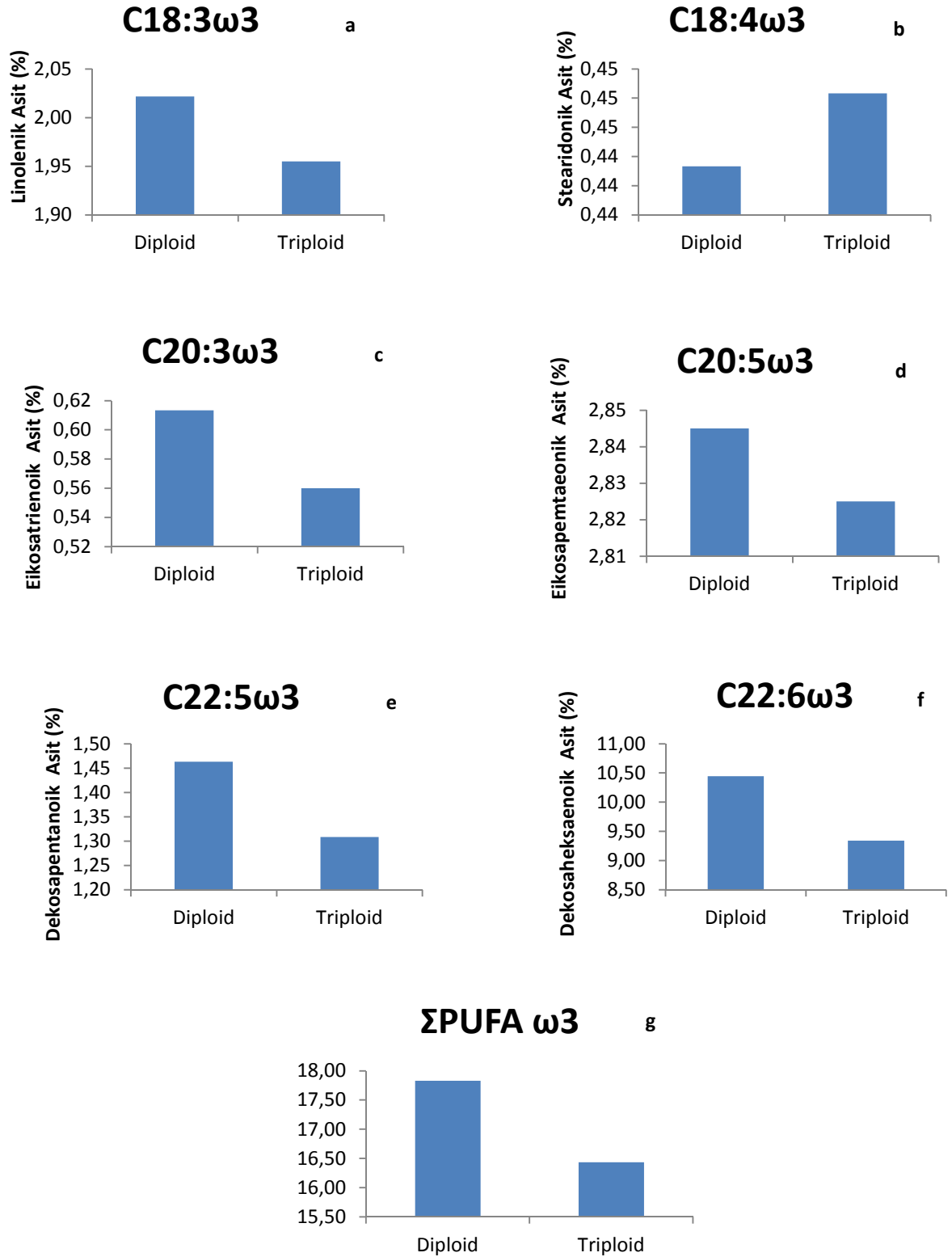
Çizelge 5.10. Deneme gruplarında balık etinde çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarları (PUFA-Omega 3)

Yağ Asitleri	Diploid	Triploid
C18:3ω3	$2.02 \pm 0.07^a$	$1.96 \pm 0.03^a$
C18:4ω3	$0.44 \pm 0^a$	$0.45 \pm 0.02^a$
C20:3ω3	$0.61 \pm 0.04^a$	$0.56 \pm 0.01^a$
C20:5ω3	$2.85 \pm 0.09^a$	$2.83 \pm 0.13^a$
C22:5ω3	$1.46 \pm 0.04^a$	$1.31 \pm 0.04^a$
C22:6ω3	$10.44 \pm 0.16^a$	$9.34 \pm 0.28^b$
<b>ΣPUFA ω3</b>	<b><math>17.83 \pm 0.14^a</math></b>	<b><math>16.44 \pm 0.49^a</math></b>

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p < 0.05$ ).





Şekil 5.14. Deneme gruplarında balık etinde linolenik asit (C18:3 $\omega$ 3, a), stearidonik asit (C18:4 $\omega$ 3, b), eikosatrienoik asit (C20:3 $\omega$ 3, c), eikosapentaenoik asit (C20:5 $\omega$ 3, d), dekosapentanoik asit (C22:5 $\omega$ 3, e) dekosaheksaenoik asit (C22:6 $\omega$ 3) ve toplam çoklu doymamış yağ asidi (ΣPUFA- $\omega$ 3, g) miktarları

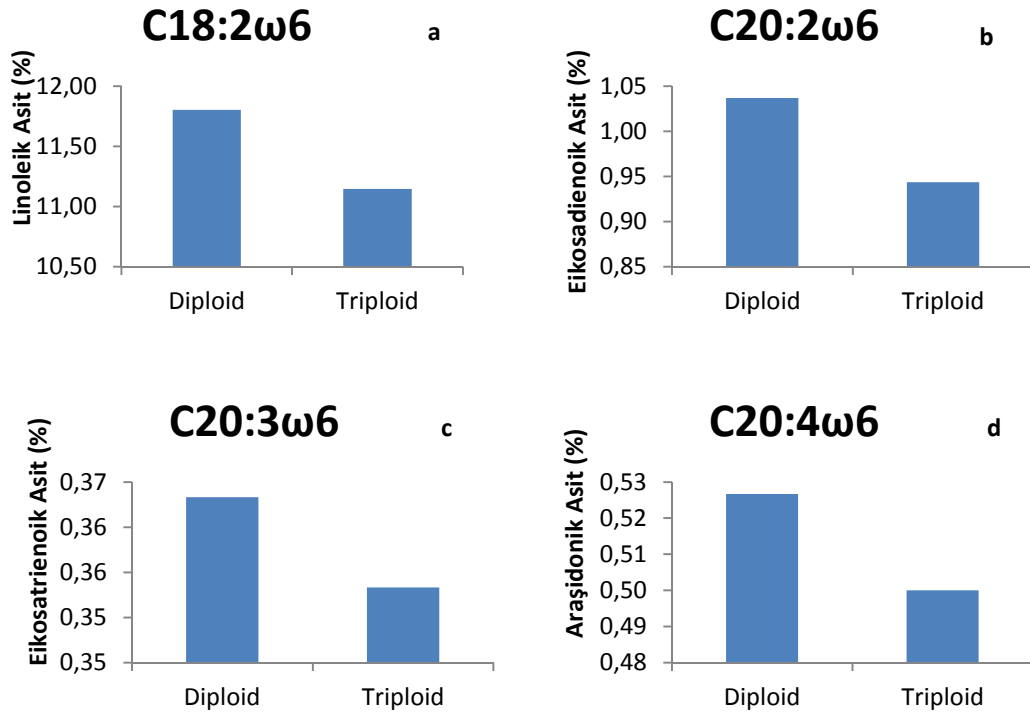
Deneme gruplarında balık etinde çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarları Çizelge 5.10 ve Şekil 5.15'te verilmiştir. Deneme gruplarında toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA Omega-6) miktarı ortalama olarak diploid ve triploidler için sırasıyla %  $13.73 \pm 0.47$  ve %  $12.94 \pm 0.21$  olarak bulunmuş ve yapılan istatistiksel analizler sonucunda aradaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (C18:2 $\omega$ 6), eikosadienoik asit (20:2 $\omega$ 6), eikosatrienoik asit (C20:3 $\omega$ 6) ve araşidonik asit (C20:4 $\omega$ 6) miktarları bakımından gruplar arasındaki fark yapılan istatistiksel analizler sonucunda önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

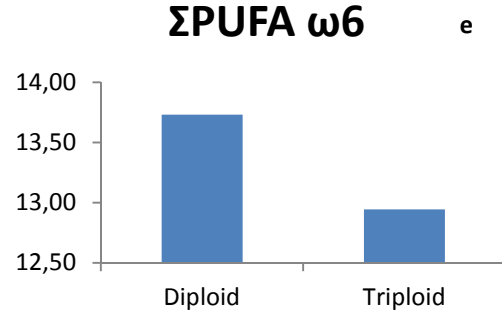
Çizelge 5.11. Deneme gruplarında balık etinde çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarları

Yağ Asitleri	Diploid	Triploid
C18:2 $\omega$ 6	$11.80 \pm 0.41^a$	$11.15 \pm 0.24^a$
C20:2 $\omega$ 6	$1.04 \pm 0.06^a$	$0.94 \pm 0.02^a$
C20:3 $\omega$ 6	$0.36 \pm 0.02^a$	$0.35 \pm 0.01^a$
C20:4 $\omega$ 6	$0.53 \pm 0.01^a$	$0.50 \pm 0.02^a$
<b><math>\Sigma</math>PUFA <math>\omega</math>6</b>	<b><math>13.73 \pm 0.47^a</math></b>	<b><math>12.94 \pm 0.21^a</math></b>

Her değer ortalama $\pm$ standart hatayı ifade etmektedir.

Aynı satırda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).





Şekil 5.15. Deneme gruplarında balık etinde linoleik asit (C18:2ω6, a), eikosadienoik asit (20:2ω6, b), eikosatrienoik asit (C20:3ω6, c), araşidonik asit (C20:4ω6, d) ve toplam çoklu doymamış yağ asidi (ΣPUFA-ω6) miktarları

## 6. TARTIŞMA

Bu çalışmada ticari ekstrüde alabalık yemiyle beslenen 1 kg üzerindeki diploid ve triploid gökkuşığı alabalıklarında büyüme performansı, biyokimyasal kompozisyon ve yağ asitleri miktarları karşılaştırılarak triploidinin büyüme üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### 6.1. Büyüme

Triploid balıkların performanslarının karşılaştırılmasına ilişkin çalışmalar benzer koşullarda gerçekleştirildiğinde bile farklı sonuçlar verebilir (Maxime, 2008). Triploidinin büyüme performansı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi bakımından araştırmanın süresi ve hangi dönemde yürütüldüğü önem taşır çünkü triploidinin olumlu etkileri genellikle eşeyssel olgunlaşmadan sonra gözlenir (Teuscher, 2003; Benfey (1999)'dan). Bu çalışmada 1 yaşındaki triploid bireyler son ağırlık (diploid,  $3403.02 \pm 17.29$  g; triploid,  $3107.82 \pm 30.00$  g), spesifik büyüme oranı (diploid, %  $0.48 \pm 0$ ; triploid, %  $0.45 \pm 0.01$ ) ve oransal büyüme oranı (diploid, %  $227.17 \pm 1.40$ ; triploid, %  $198.92 \pm 3.33$ ) gibi parametreler bakımından diploidlerin önemli oranda gerisinde kalmıştır. Bu durum çalışma süresince eşeyssel olgunlaşmanın tam anlamıyla başlamaması ile açıklanabilir.

Benzer şekilde Oliva-Teles ve Kaushik (1990) 14 aylık gökkuşığı alabalıklarında yürüttükleri çalışma sonucunda diploid grubun son ağırlığının triploidlerden (sırasıyla 434.6 g, 409.6 g) önemli ölçüde fazla olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Teuscher ve ark. (2003) 2 yaşındaki triploid gökkuşığı alabalıklarının son ağırlıklarının diploidlerden (sırasıyla  $904 \pm 16$  g,  $1005 \pm 28$  g) önemli ölçüde az olduğunu bildirmişlerdir.

Bununla birlikte Galbreath ve ark., (1994) 8 aylık Atlantik salmonunda spesifik büyüme oranının (diploid, % 0.0193; triploid, % 0.0212) ve Sheehan ve ark. (1999) 9 aylık gökkuşığı alabalıklarında zamana bağlı ağırlık artışının (diploid, 1.8 g/gün; triploid, 2.4 g/gün) triploidlerin lehine olduğunu bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra McGeachy ve ark., (1995) Atlantik salmonu (diploid,  $64.2 \pm 1.00$  g; triploid,  $62.8 \pm 1.09$  g), Felip ve ark., (1999) levrek balığı (diploid,  $172.02 \pm 2.73$  g; triploid,  $158.94 \pm 2.68$  g) ve Werner ve ark. (2008)'nın gökkuşığı alabalığında (diploid,  $239.7 \pm 8.9$  g; triploid,  $263 \pm 9.5$  g) yaptıkları çalışmalar sonucunda son ağırlıklara bakılarak triploidinin büyüme performansı üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir.

## 6.2. Yaşama Oranı

Optimum olmayan koşullarda yetiştirildiği takdirde (yüksek su sıcaklığı, düşük oksijen çözünürlüğü vb.) triploid gökkuşacağı alabalıkları yaşama oranı ve büyüme bakımından diploidlerin gerisinde kalabilir (Ojolick ve ark., 1995). Bu durum triploid bireylerin, boyutları artan ancak sayıları azalan kan hücrelerinin oksijen taşıma kapasitesini azaltmasıyla açıklanabilir. Azalan oksijen taşıma kapasitesi, sıcaklığın yükselmesiyle birlikte artan metabolizma hızını dengeleyemez, uzun süreli ihtiyacı karşılayamaz ve bu durum canlının ölümüyle sonuçlanabilir (Ojolick ve ark., 1995).

Çalışma süresince ortalama su sıcaklığı 9.8 °C'den 25.1 °C'ye yükselmiştir. Haziran ayına kadar diploid grupta ölüm gerçekleşmemiş bununla birlikte triploid grupta şubat ayından itibaren yaşama oranı azalmaya başlamıştır. Temmuz ayında su sıcaklığının 22 °C'nin üzerine çıkmasıyla birlikte triploid grubun ölüm oranında önemli oranda artış gözlenmiştir. Çalışma sonucunda diploid ve triploid grupların yaşama oranları mart, nisan ve mayıs ayları arasında önemli oranda fark göstermiş ancak deneme sonunda (ağustos) (sırasıyla % 98.57, % 82.38) aradaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Ojolick ve ark. (1995) su sıcaklığı 21 °C'yi aştığında diploid ve triploid gökkuşacağı alabalıklarında gruplar arasında yaşama oranı bakımından (sırasıyla % 61.1, % 31.5) önemli oranda fark olduğunu bildirmişlerdir. Aynı şekilde Myers ve Hershberger (1991) su sıcaklığı 18.4 °C'nin üstüne çıktığında triploid gökkuşacağı alabalıklarının diploidlerden daha fazla ölüm oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir.

## 6.3. Yem Değerlendirme

Çalışmada elde edilen bulgulara göre diploid ve triploid gruplar arasında yem tüketimi (sırasıyla 249120 ± 821.06 g, 252310 ± 3877.94 g) ve balık başına yem tüketimi (YT) (sırasıyla 3955.47 ± 69.98 g, 3846.16 ± 65.20 g) bakımından önemli fark olmadığı tespit edilmiştir.

Bununla birlikte yem değerlendirme sayısı bakımından diploid ve triploid gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur (sırasıyla 1.52, 1.86). Bu sonuç Oliva-Teles ve Kaushik'in (1990) 14 aylık diploid ve triploid gökkuşacağı alabalıklarında (sırasıyla 1.94, 2.22) ve Segato ve ark. (2006)'nın minekop balığında (sırasıyla 1.76, 2.08) yaptıkları çalışmaların sonuçlarıyla örtüşmektedir. Ancak Wolters ve ark. (1982) kanal kedi balığı üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda YDS'nin triploid grupta önemli

oranda daha iyi olduğunu bildirmişlerdir (Oliva-Teles ve Kaushik, 1990). Ayrıca Nil tilapyası (Pechsiri ve Yakupitiyage, 2005) (diploid, 1.32; triploid, 1.17) ve 8 aylık gökkuşuğu alabalıklarında (Oliva-Teles ve Kaushik, 1990) (diploid, 0.88; triploid, 0.90) YDS'nin gruplar arasında önemli bir fark göstermediği bildirilmiştir. YDS'deki farklılıklar balığın türü, yaşı, verilen yemin içeriği ve balığın eşeyssel olgunluğa ulaşması gibi parametrelere bağlı olabilir.

#### **6.4. Hepatosomatik İndeks (HSI), Viserosomatik İndeks (VSI) ve Karkas Verimi (KV)**

Balıklar enerjiyi kas dokularında depolamaktadır ancak enerji fazla olduğu zaman vücut tarafından karaciğerde glikojen olarak depolanmaktadır. Bundan dolayı karaciğerin oransal büyüklüğü (hepatosomatik indeks) beslenme durumu ile büyüme hızının bir indeksi olarak görülmektedir. Ortam koşulları uygun olmadığında balıklar daha küçük karaciğerlere ve dolayısıyla daha az enerji deposuna sahiptirler (Anonim, 2011e).

Triploid dişilerin karaciğerleri aynı yaştaki eşeyssel olgunluğa ulaşmış diploidlerden daha küçük olabilir (Benfey, 1999). Bu durum diploid dişilerde vitellogenin üretimiyle uyarılan östrojen hormonunun karaciğeri büyütmesi ile açıklanabilir (Johnson ve ark., 1986). Bu çalışmada diploid bireyler henüz tam olarak olgunlaşmadığı için HSI değerleri arasında (Başlangıç; diploid, %  $0.76 \pm 0.06$ , triploid, %  $0.81 \pm 0.03$ ) (Bitiş; sırasıyla %  $1.03 \pm 0.08$ , %  $0.89 \pm 0.12$ ) önemli bir fark bulunamamıştır.

Benzer şekilde Hussain ve ark. (1995)'nin Nil tilapyasında (diploid, 2.30; triploid, 2.00) ve Sheehan ve ark. (1999)'nin gökkuşuğu alabalıkları (diploid, %  $1.1 \pm 0.2$ ; triploid,  $0.9 \pm 0.1$ ) benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bununla birlikte Johnson ve ark. (1986) 30 aylık coho salmon üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda, eşeyssel olgunluğa ulaştıkları için diploidlerin karaciğerlerinin triploidlerden daha büyük olduğunu belirlemişler ve dolayısıyla HSI değerinin (diploid, % 1.77; triploid, % 0.88) diploidlerde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

VSI değeri, balıkların vücudunda biriken yağ oranını tespit etmek için kullanılmaktadır (Dernekbaşı, 2008). Çalışma sonunda elde edilen bulgulara göre deneme başında VSI değerleri diploid ve triploid gruplar (sırasıyla, %  $11.32 \pm 2.14$ , %  $10.27 \pm 0.19$ ) arasında fark göstermezken, deneme sonunda triploidlerin VSI değerinin

diploidlerden önemli ölçüde fazla olduğu (sırasıyla % 13.55 ± 0.47, % 9.21 ± 0.44) belirlenmiştir. Benzer şekilde Thorgaard ve Gall (1979)'ın gökkuşacağı alabalıkları üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda triploidlerin iç organların etrafında daha fazla yağ depoladığını bildirmişlerdir. Buna göre triploidinin iç organlarda yağlanmaya sebep olduğu söylenebilir.

Bununla birlikte Segato ve ark. (2006)'nın 22 aylık minekop balıklarında yaptıkları çalışma sonucunda VSI değerinin (diploid, % 1.20; triploid, % 1.13) ploidi seviyesinden etkilenmediği bildirilmiştir.

Araştırma sonucunda karkas veriminin diploid ve triploid gruplar arasında başlangıç (sırasıyla % 57.63 ± 1.48, % 58.16 ± 1.80) ve bitişte (sırasıyla % 56.87 ± 0.69, % 56.72 ± 0.65) önemli bir fark göstermediği belirlenmiştir. Benzer şekilde Koedprang ve Na-Nakarn (2000) 9 aylık gümüş barbunya balığı (*Puntius gonionotus*) üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda karkas veriminin (diploid, % 58.7 ± 3.3; triploid, % 57.6 ± 4.6) ploidi seviyesinden etkilenmediğini bildirmişlerdir.

### **6.5. Vücut Kompozisyonu**

Balık ve diğer su ürünleri etinin ana bileşimi, diğer gıdalar gibi su, yağ ve proteinlerden oluşmaktadır. Balık yaşlandıkça su oranı azalırken yağ oranı artmaktadır (Dernekbaşı (2008); Varlık ve ark. (2004)'ten). Deneme sonunda elde edilen bulgulara göre balık etindeki nem miktarı bakımından diploid ve triploid gruplar arasında (sırasıyla % 63.68 ± 0.88, % 60.20 ± 1.1) fark görülmediği belirlenmiştir.

Türe ve yaşa bağlı olarak yağ farklı doku ve organlarda depolanabilir ve et kalitesini etkileyebilir (Corraze ve Kaushik, 1999). Salmonidlerde lipidlerin büyük kısmı iç organların etrafında birikir ve bir kısmı da kaslarda birikerek et kalitesini değiştirebilir (Regost, 2001; Fauconneau ve ark. (1993)'ten). Diploid dişiler olgunlaştıkça yağ ve enerji birikimlerini oogeneze işleminde kullanarak azaltırlar (Henken ve ark., 1987; Fauconneau ve ark., 1990). Triploidler yumurta üretimi gerçekleştirmediklerinden dolayı, olgunlaşan diploidlerle karşılaştırıldıklarında iç organların çevresinde daha fazla yağ depolarlar (Benfey, 2010; Chevassus ve ark., 1984; Lincoln ve Scott, 1984; Johnson ve ark., 1986; Henken ve ark., 1987; Fauconneau ve ark., (1990)'dan).

Araştırmanın başlangıcında etteki yağ miktarları (diploid, % 11.02 ± 0.27; triploid; 11.75 ± 0.17) ploidi grupları arasında fark göstermezken, çalışma sonunda etteki yağ miktarı triploidlerde, diploidlerin yaklaşık 2 katı olarak (sırasıyla % 20.02 ±

0.42, % 10.82 ± 0.25) belirlenmiştir. Bu sonuç diploid bireylerin gonad üretimine başlamasıyla birlikte yağ ve enerji depolarını tükettikleri ve triploidlerin vitellogeniz işlemini gerçekleştirmedikleri için yağ depolamaya başladıklarını gösterebilir.

Triploid balıklarda yağ iç organların çevresinde toplandığı gibi karaciğerde de depolanabilir. Triploidlerin karaciğerindeki ham yağ miktarının fazla olması enerji tüketimi olmaksızın aşırı yağ alımından kaynaklanabilir (Manor, 2009).

Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre karaciğerdeki ham yağ miktarının deneme başında diploid ve triploidler (sırasıyla % 4.63 ± 0.12, % 5.92 ± 0.43) arasında fark gösterdiği belirlenmiştir. Deneme sonunda triploidlerin karaciğerindeki yağ oranının diploidlerinkinin 5 katından fazla olduğu hesaplanmıştır (sırasıyla % 26.65 ± 3.86, % 5.65 ± 0.21).

Deneme başlangıcında diploid ve triploid grupların etlerinde bulunan protein miktarları arasında (sırasıyla % 20.62 ± 0.59, % 20.49 ± 0.02) fark bulunmazken deneme sonunda balık etlerindeki protein miktarları arasında (sırasıyla % 19.46 ± 0.51, % 17.84 ± 0.49) önemli oranda fark olduğu belirlenmiştir. Bu durum triploidlerin glukoneogenez (karbonhidrat üretimi) işleminde kullanılmak üzere protein tüketerek daha az protein depolamalarıyla açıklanabilir (Henken ve ark., 1987).

Çalışma sonucunda ham kül verilerine bakıldığında diploid ve triploid gruplar arasında (sırasıyla % 1.37 ± 0.15, % 1.26 ± 0.07) önemli bir fark bulunmamıştır. Bu da balık etindeki ham kül miktarının ploidi seviyesinden etkilenmediğini gösterebilir.

Diploid ve triploid balıkların vücut kompozisyonları üzerine yapılan çalışmalar oldukça az olup sonuçları ise birbirinden farklıdır. Bu araştırmada elde edilen sonuçlara benzer olarak Richter ve ark. (1987)'nin Afrika kedi balığı üzerinde yaptıkları çalışmada triploidlerin diploidlerden daha fazla yağ ve daha az protein depoladığı bildirilmiştir (Oliva-Teles ve Kaushik, 1990).

Quillet ve ark. (1986) 2 yaşındaki gökkuşuğu alabalıkları üzerinde yaptıkları çalışmada nem ve lipid miktarlarında fark bulunmadığını bildirmiştir (Oliva-Teles ve Kaushik, 1990). Buna benzer olarak Pechsiri ve Yakupitiyage (2005)'nin Nil tilapyası üzerinde yaptıkları çalışmada nem (diploid, % 72.5 ± 1.3; triploid, 70.8 ± 0.4) , lipid (diploid, % 8.7; triploid, % 9.6) ve kül (diploid, % 3.6; triploid, 3.9) miktarlarının ploidi grupları arasında fark göstermediğini ancak protein miktarında (diploid, % 14.2; triploid, % 15.1) diğer çalışmaların aksine triploid grubun lehine önemli oranda fark olduğunu bildirmişlerdir.



Poontawee ve ark. (2007) ise 6.5 yaşındaki gökkuşağı alabalıklarında diploid ve triploid gruplar arasında yağ (sırasıyla % 3, % 6) ve nem (% 74, % 68) miktarları bakımından fark olduğunu ancak protein miktarının (sırasıyla % 19.7, % 20.1) ploidi seviyesinden etkilenmediğini bildirmiştir.

Segato ve ark. (2006) minekop balığında yaptıkları çalışmada triploidlerin karaciğerlerinde diploidlerden (sırasıyla; % 44.1, % 39.7) daha fazla yağ depolandığını bildirmişlerdir.

### 6.6. Yağ Asitleri

Araştırma sonucunda balık etindeki toplam SAFA miktarının diploid ve triploid gruplar arasında (sırasıyla %  $27.01 \pm 0.49$ , %  $28.49 \pm 0.39$ ) önemli bir fark göstermediği belirlenmiştir. Bu çalışmada diploid ve triploid grupların balık etlerinde baskın olarak bulunan SAFA yağ asitleri meristik asit (sırasıyla %  $3.38 \pm 0.04$ , %  $3.47 \pm 0.13$ ), palmitik asit (sırasıyla %  $17.33 \pm 0.32$ , %  $18.06 \pm 0.20$ ) ve stearik asit (sırasıyla %  $4.99 \pm 0.09$ , %  $5.59 \pm 0.05$ ) olarak tespit edilmiştir. Bunların yanında pentadesanoik asit (sırasıyla %  $0.58 \pm 0.01$ , %  $0.56 \pm 0.03$ ), heptadesanoik asit (sırasıyla %  $0.49 \pm 0.04$ , %  $0.51 \pm 0.03$ ) ve araşidik asit (sırasıyla %  $0.25 \pm 0.02$ , %  $0.29 \pm 0.02$ ) de bulunmuştur.

Buchtova ve ark. (2004) 36 aylık diploid ve triploid kadife balığında yağ asidi kompozisyonunu belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışma sonucunda toplam SAFA miktarının (sırasıyla %  $30.65 \pm 0.95$ , %  $31.69 \pm 0.95$ ) gruplar arasında fark göstermediği bildirilmiştir. Balık etinde bulunan SAFA yağ asitlerinin miristik asit (diploid, %  $2.52 \pm 0.11$ ; triploid, %  $2.33 \pm 0.10$ ), pentadesanoik asit (diploid, %  $0.75 \pm 0.25$ ; triploid, %  $0.56 \pm 0.10$ ), palmitik asit (diploid, %  $23.94 \pm 0.91$ ; triploid, %  $25.68 \pm 0.72$ ) ve stearik asit (diploid, %  $2.96 \pm 0.30$ ; triploid, %  $2.93 \pm 0.23$ ) olarak tespit edildiği ve gruplar arasında önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Manor (2009) 16. aydan itibaren 24. aya kadar diploid ve triploid gökkuşağı alabalıkları üzerinde triploidi ve yaşın büyüme, yağ asidi kompozisyonu ve yumurta üretimine olan etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, balık etinde SAFA yağ asitlerinden miristik asit, palmitik asit ve stearik asidin bulunduğu bildirilmiştir. 20. ayın yağ asidi kompozisyonunda ise, diploid ve triploid gruplar arasında miristik asit (sırasıyla % 3.79, % 3.89), palmitik asit (sırasıyla % 22.86, % 23.65) ve stearik asit (sırasıyla % 4.52, % 4.73) miktarları bakımından fark bulunmadığı bildirilmiştir. Ayrıca

16. aydan 24. aya kadar bu yağ asitlerinin miktarları diploid grupta önemli oranda azalmış olup triploidler için palmitik asit miktarı artmıştır.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre toplam MUFA miktarı bakımından diploid ve triploid gruplar (sırasıyla %  $39.27 \pm 0.71$ , %  $37.29 \pm 0.68$ ) arasında önemli bir fark bulunmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada diploid ve triploid grupların balık etlerinde baskın olarak bulunan MUFA yağ asitleri palmitoleik asit (sırasıyla %  $7.62 \pm 0.24$ , %  $7.13 \pm 0.03$ ) ve oleik asit (%  $28.67 \pm 0.47$ , %  $27.39 \pm 0.72$ ) olarak tespit edilmiş olup bunların yanı sıra heptadesenoik asit (%  $0.49 \pm 0.07$ , %  $0.38 \pm 0.09$ ) ve eikosenoik asit (%  $2.49 \pm 0.06$ , %  $2.4 \pm 0.04$ ) de belirlenmiştir. Bu yağ asitlerinin miktarları gruplar arasında fark göstermemiştir.

Buchtova ve ark. (2004) kadife balığı üzerinde yaptıkları çalışma, toplam MUFA (diploid, %  $54.80 \pm 1.98$ , triploid, %  $54.95 \pm 1.25$ ) miktarının gruplar arasında önemli bir fark göstermediğini bildirmişlerdir. Balık etinde bulunan MUFA yağ asitlerinin miristoleik asit (diploid, %  $0.39 \pm 0.11$ ; triploid,  $0.41 \pm 0.07$ ), palmitoleik asit (diploid, %  $23.32 \pm 1.79$ ; triploid, %  $25.16 \pm 1.19$ ), oleik asit (diploid, %  $29.55 \pm 1.30$ ; triploid, %  $27.91 \pm 0.67$ ) ve erusik asit (diploid, %  $1.54 \pm 0.32$ ; triploid, %  $1.47 \pm 0.15$ ) olarak tespit edilmiş ve gruplar arasında önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Manor (2009)'un gökkuşuğu alabalıkları üzerinde yaptığı çalışma sonucunda MUFA yağ asitlerinden oleik asit (diploid, % 23.31; triploid, % 24.35) ve eikosanoik asit (diploid, % 3.29; triploid, % 3.78) tespit edilmiş olup bu yağ asitlerinin gruplar arasında fark göstermediğini bildirmiştir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre toplam PUFA- $\omega 3$  yağ asidi miktarı bakımından diploid ve triploid gruplar (sırasıyla %  $17.83 \pm 0.14$ , %  $16.44 \pm 0.49$ ) arasında önemli bir fark bulunmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada diploid ve triploid grupların balık etlerinde baskın olarak bulunan PUFA- $\omega 3$  yağ asitleri linolenik asit (%  $2.02 \pm 0.07$ , %  $1.96 \pm 0.03$ ), dekosapentaenoik asit (%  $2.85 \pm 0.09$ , %  $2.83 \pm 0.13$ ) ve dekosahexaenoik asit (%  $10.44 \pm 0.16$ , %  $9.34 \pm 0.28$ ) olarak tespit edilmiş olup bunların yanı sıra stearidonik asit (%  $0.44 \pm 0$ , %  $0.45 \pm 0.02$ ), cis-11,14,17 eikosatrienoik asit (%  $0.61 \pm 0.04$ , %  $0.56 \pm 0.01$ ) ve dekosapentaenoik asit (%  $1.46 \pm 0.04$ , %  $1.31 \pm 0.04$ ) de belirlenmiştir. Bu yağ asitlerinden yalnızca dekosapentaenoik asit miktarı gruplar arasında fark göstermiştir.

Buchtova ve ark. (2004)'nın kadife balığında yaptıkları çalışma sonucunda PUFA- $\omega 3$  yağ asitlerinden yalnızca linolenik asit tespit edilmiş, bu yağ asidinin

miktarının (diploid, %  $3.75 \pm 1.41$ ; triploid, %  $3.08 \pm 0.79$ ) gruplar arasında fark göstermediği bildirilmiştir.

Manor (2009)'un gökkuşuğu alabalıkları üzerinde yaptığı çalışma sonucunda PUFA- $\omega 3$  yağ asitleri olarak dekosapentaenoik asit (diploid, % 3.94; triploid, % 3.45) ve dekosahegzaenoik asit (diploid, % 12.86; triploid, % 11.81) tespit edilmiş ve bu yağ asitlerinin miktarlarının gruplar arasında fark göstermediği bildirilmiştir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre toplam PUFA- $\omega 6$  yağ asidi miktarı bakımından diploid ve triploid gruplar (sırasıyla %  $13.73 \pm 0.47$ , %  $12.94 \pm 0.21$ ) arasında önemli bir fark bulunmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada diploid ve triploid grupların balık etlerinde baskın olarak bulunan PUFA- $\omega 6$  yağ asitleri linoleik asit ve eikosadienoik asit (sırasıyla diploid, %  $11.80 \pm 0.41$ ; triploid, %  $11.15 \pm 0.24$ ; diploid, %  $1.04 \pm 0.06$ ; triploid, %  $0.94 \pm 0.02$ ) tespit edilmiş, bunların yanı sıra cis-8,11,14 eikosatrienoik asit (%  $0.36 \pm 0.02$ , %  $0.35 \pm 0.01$ ) ve araşidonik asit (%  $0.53 \pm 0.01$ ,  $0.50 \pm 0.02$ ) de bulunmuştur.

Buchtova ve ark. (2004)'nın kadife balığında yaptıkları çalışma sonucunda PUFA- $\omega 6$  yağ asidi olarak yalnızca linoleik asit tespit edilmiş olup bu yağ asidinin miktarı (diploid, %  $10.81 \pm 1.63$ ; triploid, %  $10.30 \pm 0.57$ ) gruplar arasında fark görülmediği bildirilmiştir.

Manor (2009)'un gökkuşuğu alabalıkları üzerinde yaptığı çalışma sonucunda PUFA- $\omega 6$  yağ asitlerinden yalnızca linoleik asit (diploid, % 15.10; triploid, % 14.31) tespit edilmiş ve bu yağ asidinin miktarının gruplar arasında fark göstermediği bildirilmiştir.

## 7. SONUÇ

Bu çalışmada, su ürünleri yetiştiriciliğinde son yıllarda uygulanan biyoteknolojik metotlardan biri olan triploidi uygulamasının balıkların büyüme performansı, biyokimyasal kompozisyon ve etteki yağ asitleri miktarına olan etkileri incelenmiş ve bu parametreler yardımıyla bu uygulamanın yetiştiricilikte uygulanabilirliği ve etkinliği değerlendirilmiştir. Triploid gökkuşacağı alabalıkları yumurta üretmedikleri için et kalitesinin korunacağı, enerjiyi somatik büyümeye yönlendirecekleri ve bu sayede daha iyi büyüme performansına sahip olabilecekleri daha önce yapılan çalışmalarda öne sürülmüştür.

Bu çalışma sonucunda diploid balıkların, canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı ve oransal büyüme oranı gibi büyüme parametreleri bakımından triploidlerin önemli oranda önüne geçtiği belirlenmiştir. Ayrıca su sıcaklığı yükseldiğinde triploidler diploidlere oranla daha fazla ölüm oranına sahip olmuştur ancak bu fark deneme sonunda istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Gruplar arasında yem tüketimi bakımından fark bulunmamış ancak diploidlerin daha düşük yem değerlendirme sayısına sahip oldukları belirlenmiştir.

Hepatosomatik indeks gruplar arasında fark göstermemiş olmasına rağmen çalışma sonucunda, iç organlarda yağlanmayı belirten viserosomatik indeksin triploidlerde daha yüksek çıkması triploidlerde yağlanma probleminin göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Karkas verimi gruplar arasında fark göstermemiştir.

Çalışma sonucunda biyokimyasal kompozisyon incelendiğinde triploidlerin etlerinde daha düşük protein ve daha yüksek yağ bulunduğu belirlenmiştir ayrıca karaciğerde de önemli oranda yağlanma problemi gözlenmiştir. Etteki yağ asitleri bakımından yalnızca çoklu doymamış yağ asidi olan dekosahexaenoik asit bakımından gruplar arasında fark olduğu tespit edilmiştir. Bunun dışında yağ asitleri bakımından önemli bir fark tespit edilmemiştir.

Triploid dişiler yumurta üretmedikleri için sekonder eşey karakterleri göstermemişler ve daha parlak gümüşü renge sahip oldukları gözlenmiştir. Ayrıca yağ asidi miktarları bakımından gruplar arasında fark olmaması triploid balıkların insan sağlığı için de yeterli yağ asidi miktarına sahip olduklarını gösterebilir.

Sonuç olarak triploidler daha iyi büyüme performansı ya da karkas verimi göstermemiştir. Buna göre triploidlerin su sıcaklığının artmasıyla birlikte bozulan ortam

koşullarına karşı daha hassas oldukları, büyüme ve yaşama oranlarının negatif yönde etkilendiği söylenebilir. Ayrıca çalışma sonlandırıldığında diploid bireyler henüz tam anlamıyla eşeyssel olgunluğa ulaşmadıkları için triploidinin üreme döneminde göstereceği avantaj ortaya çıkmamış olabilir. Ancak bu durum triploid gökkuşuğu alabalıklarının yetiştiricilikte tercih edilmemesi gerektiğini göstermez çünkü uygun ortam koşulları sağlandığında triploidlerin diploidlerden daha iyi büyüme performansına sahip olduklarını kanıtlayan birçok yayın bulunmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Allen, K.S. Jr. 1983. Flow cytometry: Assaying experimental polyploid fish and shellfish. *Aquaculture*, 33: 317-328.
2. Anonim, 2011a. <http://vetgida.veterinary.ankara.edu.tr/tuket/Balik.htm> (Erişim tarihi: 28.02.2011)
3. Anonim, 2011b. [http://www.cbif.gc.ca/pls/itisca/next?v\\_tsn=161989&taxa=&p\\_king=every&p\\_string=containing&p\\_ifx=&p\\_lang=](http://www.cbif.gc.ca/pls/itisca/next?v_tsn=161989&taxa=&p_king=every&p_string=containing&p_ifx=&p_lang=) (Erişim tarihi: 28.03.2011)
4. Anonim, 2011c. <http://en.wikipedia.org/wiki/Ploidy> (Erişim tarihi: 09.03.2011)
5. Anonim, 2011d. [http://www.scitopics.com/The\\_endocrine\\_system\\_controlling\\_reproduction\\_in\\_teleosts.html](http://www.scitopics.com/The_endocrine_system_controlling_reproduction_in_teleosts.html) (Erişim tarihi: 11.03.2011)
6. Anonim, 2011e. [http://pharmacy.osu.edu/research/research\\_day/posters\\_2006/Hayton\\_William/BPG\\_Model\\_Poster\\_SETAC04.pdf](http://pharmacy.osu.edu/research/research_day/posters_2006/Hayton_William/BPG_Model_Poster_SETAC04.pdf) (Erişim tarihi: 10.10.2011)
7. AOAC, 1980. *Animal Feed. W. Horwitz (Ed.). Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists, 13<sup>th</sup> Edition 7:125, USA.* (Alıntı: Dernekbaşı, Y. S., 2008).
8. Arslan, T., Güven, E., Baltacı, A.M. 2010. Hormonal cinsiyet dönüşüm metodu kullanarak monoseks gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üretimi. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 16: 361-368.
9. Beaumont, A.R., Hoare, K. 2003. *Biotechnology and Genetics in Fisheries and Aquaculture.* Blackwell Publishing Company, 158 s.
10. Benfey, T. J. 1999. The physiology and behavior of triploid fishes. *Reviews in Fisheries Science*, 7: 39-67
11. Benfey, T. J., Sutterlin, A. M. 1984. Triploidy induced by heat shock and hydrostatic pressure in landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) *Aquaculture*, 36: 359-367.
12. Buchtova, H., Smutna, M., Vorlova, L., Svobodova, Z., Flajshans, M. 2004. Fatty acid composition of diploid and triploid populations of tench (*Tinca tinca* L.)
13. Byamungu, N., Darras, V. M. Kühn, E. R. 2001. Growth of heat-shock induced triploids of blue tilapia, *Oreochromis aureus*, reared in tanks and in ponds in Eastern Congo: feeding regimes and compensatory growth response of triploid females. *Aquaculture*, 1988: 109-122.

Enet., 72: 193-206.

14. Cal, R. M., Vidal, S., Gomez, C., Alvarez-Blazquez, B., Martinez, P., Piferrer, F. 2006. Growth and gonadal development in diploid and triploid turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 251: 99-108.
15. Chourrout, D., Chevassus, B., Krieg, F., Happe, A., Burger, G., Renard, P. 1986. Production of second generation triploid and tetraploid rainbow trout by mating tetraploid males and diploid females- Potential of tetraploid fish. *Theor. Appl. G*
16. Cotter, D., O'Donovan, V., Drumm, A., Roche, N., Ling, E. N., Wilkins, N. P. 2002. Comparison of freshwater and marine performances of all-female diploid and triploid Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture Research*, 33: 43-53.
17. Dernekbaşı, Y. S. 2008. Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerinde kanola yağını kullanma olanakları. Doktora Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 110 s.
18. Diaz, N. F., Neira, R. 2005. Biotechnology applied to aquaculture. I. Classic biotechnologies applied to the reproduction of cultivated species. *Cien. Inv. Agr.*, 32: 39-52.
19. Donaldson, E. M., Devlin, R. H., Solar, I. I. 1996. Hormones and sex control in fish with particular emphasis on salmon. *Asian Fisheries Science*, 9: 1-8.
20. Dunham, R. A. 2004. *Aquaculture and Fisheries Biotechnology: Genetic Approaches*. CABI Publishing, UK, 372 s.
21. FAO, 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture. <http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e00.htm> (Erişim tarihi: 01.06.2011).
22. Feist, G., Schreck, C. B., Gharrett, A.J. 1996. *Controlling the Sex of Salmonids*. Oregon Sea Grant, USA, 26 s.
23. Felip, A., Zanuy, S., Carrillo, M. 1999. Growth and gonadal development in triploid sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) during the first two years of age. *Aquaculture*, 173: 389-399.
24. Flajshans, M., Linhart, O., Kvasnicka, P. 1993. Genetic studies of tench (*Tinca tinca* L.): induced triploidy and tetraploidy and first performance data. *Aquaculture*, 113: 301-312.
25. Galbreath, P. F., St. Jean, W., Anderson, V., Thorgaard, G. H. 1994. Freshwater performance of all-female diploid and triploid Atlantic salmon. *Aquaculture*, 128: 41-49.

26. Galbreath, P. F., Thorgaard, G. H. 1995. Saltwater performance of all-female triploid Atlantic salmon. *Aquaculture*, 138: 77-85.
27. Garner, S. R., Madison, B. N., Bernier, N. J., Neff, B. D. 2008. Juvenile growth and aggression in diploid and triploid Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha* W.). *Journal of Fish Biology*, 73: 169-185.
28. Gillet, C., Vauchez, C., Haffray, P. 2001. Triploidy induced by pressure shock in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*): growth, survival and maturation until the third year. *Aquat. Living Resour.*, 14: 327-334.
29. Grgn, V., Halkman, K. 1990. Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri 2. Baskı. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:7, Ankara, 146 s.
30. Haffray, P., Bruant, J. S., Facqueur, J. M., Fostier, A. 2005. Gonad development, growth, survival and quality traits in triploids of the protandrous hermaphrodite gilthead seabream *Sparus aurata* (L.). *Aquaculture*, 247: 107-117.
31. Henken, A. M., Brunink, A. M., Richter, C. J. J. 1987. Differences in growth rate and feed utilization between diploid and triploid African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture*, 63: 233-242.
32. Herbst, E. C. 1992. Induction of tetraploidy in zebrafish (*Danio rerio*) and nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). University of North Carolina, 127 s.
33. Hew, C. L., Fletcher, G. L. 2001. The role of aquatic biotechnology in aquaculture. *Aquaculture*, 197: 191-204.
34. Hussain, M.G., Rao, G. P. S., Humayun, N. M., Randall, C. F., Penman, D. J., Kime, D., Bromage, N. R., Myers, J. M., McAndrew, B. J. 1995. Comparative performance of growth, biochemical composition and endocrine profiles in diploid and triploid tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 138: 87-97.
35. Isler, I. V. 2009. Biotechnology applied to salmoniculture. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38.  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982009001300004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982009001300004&script=sci_arttext) (Erişim tarihi: 10.10.2010).
36. Johnson, O. W., Dickhoff, W. W., Utter, F. M. 1986. Comparative growth and development of diploid and triploid coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Aquaculture*, 57: 329-336.
37. Johnstone, R. 1992. Production and performance of triploid Atlantic salmon in Scotland. *Scottish Aquaculture Research Report Number 2*.
38. Karaboz, İ., Kayar, E., Akar, S. 2008. Flow sitometri ve kullanım alanları. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 6 (2): 1-18.



39. Karayücel, İ. , Karayücel, S., Bircan, R. 2001. Tek eşeyli veya steril balık üretim metotları. Türkiye Su Ürünleri Dergisi, 2: 17-19
40. Karayücel, İ. 2011, Sözlü görüşme, Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Sinop. [ikarayucel@sinop.edu.tr](mailto:ikarayucel@sinop.edu.tr)
41. Koedprang, W., Na-Nakorn, U. 2000. Preliminary studey on performance of triploid Thai silver barb (*Puntius gonionotus*). Aquaculture, 190: 211-221.
42. Korkut, A. Y., Kop, A., Demirtaş, N., Cihaner, A. 2007. Balık beslemede gelişim performansının izlenme yöntemleri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 24 (1-2): 201-205.
43. Lutz, C. G. 2001. Practical Genetics for Aquaculture. Fishing News Books, UK, 235 s.
44. Manor, M. L. 2009. Effects of age and polyploidy on growth, composition, fatty acids, and egg development in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Master Thesis, west Virginia University, 124 s.
45. Maxime, V. 2008. The physiology of triploid fish: current knowledge and comparisons with diploid fish. Fish and Fisheries, 9: 67-78.
46. McGeachy, S. A., Benfey, T. J., Friars, G.W. 1995. Freshwater performance of triploid Atlantic salmon (*Salmo salar*) in New Brunswick aquaculture. Aquaculture, 137: 333-341.
47. Myers, J. M., Hershberger, W. K. 1991. Early growth and survival of heat-shocked and tetraploid-derived triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 96: 97-107.
48. Ojolick, E. J., Cusack, R., Benfey, T. J., Kerr, S. R. 1995. Survival and growth of all-female diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared at chronic high temperature. Aquaculture, 131: 177-187.
49. Oliva-Teles, A., Kaushik, S. J. 1990. Growth and nutrient utilization by 0+ and 1+ triploid rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Journal of Fish Biology, 37: 125-133.
50. Orth, D. J., Oakey, D. D., Maughan, O. E. 1983. Population characteristics of smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*) in Glover Creek, Southeast Oklahoma. Proceeding of the Oklahoma Academy of Science, 63
51. Oksuz, A., Ozyılmaz, A. 2010. Changes in Fatty acid compositions of Black Sea Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) during catching season. Turk J. Fish. Aquat. Science, 10: 381-385

52. Örs, T. 2003. Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) böbrek doku örnekleri ile karyotip oluşturulması. E. Ü. Su Ürünleri Dergisi, 20 (3-4): 497-501.
53. Özden, O., Güner, Y., Kızak, V. 2003. Tatlisu balık kültüründe uygulanan bazı biyoteknolojik yöntemler. E. Ü. Su Ürünleri Dergisi, 20 (3-4): 563-574.
54. Öztürk, Ş. 1998. Diploid ve triploid gökkuşığı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) erken hayat evrelerinin karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 36 s.
55. Pechsiri, J., Yakupitiyage, A. 2005. A comparative study of growth and feed utilization efficiency of sex-reversed diploid and triploid Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture Research, 36: 45-51.
56. Phillips, R. B., Zajicek, K. D. Ihssen, P. E. Johnson, O. 1986. Application of silver staining to the identification of triploid fish cells. Aquaculture, 54: 313-319.
57. Piferrer, F. 2001. Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish. Aquaculture, 197: 229-281.
58. Piferrer, F., Beaumont, A., Falguiere, J. C., Flajshans, M., Haffray, P., Colombo, L. 2009. Polyploid fish and shellfish: Production, biology and applications to aquaculture for performance improvement and genetic containment. Aquaculture, 293: 125-156.
59. Poontawee, K., Werner, C., Müller-Belecke, A. Höstgen-Schwark, G., Wicke, M. 2007. Flesh qualities and muscle fiber characteristics in triploid and diploid rainbow trout. J. Appl. Ichtyol. 23: 273-275.
60. Purdom, C. E. 1983. Genetic engineering by the manipulation of chromosomes. Aquaculture, 33: 287-300.
61. Regost, C., Arzel, J., Cardinal, M., Laroche, M., Kaushik, S. J. 2001. Fat deposition and flesh quality in seawater reared, triploid Brown trout (*Salmo trutta*) as affected by dietary fat levels and starvation. Aquaculture, 193: 325-345.
62. Sadler, J., Pankhurst, P. M., King, H. R. 2001. High prevalence of skeletal deformity and reduced gill surface area in triploid Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 198: 369-386.
63. Segato, S., Bertotto, D., Fasolato, L., Francescon, A., Barbaro, A., Corato, A. 2006. Effects of triploidy on feed efficiency, morphometric indexes and chemical composition of shi drum, *Umbrina cirrosa* L.
64. Sezgi, H. B., Bekcan, S. 2008. Farklı periyotlarda 17- $\alpha$ -Metiltestosteron ile beslenmenin tilapya balıklarının (*Oreochromis niloticus* L.) cinsiyet dönüşümü üzerine etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 14: 222-229.

65. Sheehan, R. J., Shasteen, S. P. Suresh, A. V. 1999. Better growth in all-female diploid and triploid rainbow trout. Transactions of the American Fisheries Society, 128: 491-498.
66. Şahin, T., 2003. Su ürünleri yetiştiriciliğinde biyoteknoloji. SÜMAE Yunus Araştırma Bülteni, 3:1, Mart.
67. Teuscher, D. M., Schill, D. J., Megargle, D. J., Dillon, J. C. 2003. Relative survival and growth of triploid and diploid rainbow trout in two Idaho Reservoirs. North American Journal of Fisheries Management, 23: 983-988.
68. Thorgaard, G. H., Gall, G. A. E. 1979. Adult triploids in a rainbow trout family. Genetics, 93: 961-973.
69. Tiwary, B. K., Kirubakaran, R., Ray, A.K., 2004. The biology of triploid fish. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 14, 391-402
70. TUGEM, 2010.  
[http://www.tugem.gov.tr/UploadDocument/suurunyet/deniz\\_isletmeleri.html](http://www.tugem.gov.tr/UploadDocument/suurunyet/deniz_isletmeleri.html)  
(Erişim tarihi: 05.05.2011).
71. TÜİK, 2011. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=8545> (Erişim tarihi: 07.07.2011)
72. Turan, F., Akyurt, İ. 2007. 17  $\alpha$ -Methyltestosterone ve  $\beta$ -estradiol'ün karabalıkta (*Clarias gariepinus* BURCHELL, 1822) cinsiyet dönüşümü üzerine etkileri. XIV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 04-07 Eylül 2007, Muğla.
73. Vicdanlı, M. 2007. Sinop yöresinde avlanan ekonomik öneme sahip bazı deniz balıklarında kromozom çalışmaları. Yüksek lisans tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 117 s.
74. Wang, B., Liu, Y., Chen, X., Fan, Z., 2010. Mitosis-like nuclear division in erythrocytes of triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Fish Biology, 76, 1205-1211.
75. Werner, C., Poontawee, K., Mueller-Belecke, A., Hoerstgen-Schwark, G., Wicke, M. 2008. Flesh characteristics of pan-size triploid and diploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in a commercial fish farm. Arch. Tierz., 51(1): 71-83.
76. Withler, R. E., Beacham, T. D., Solar, I. I., Donaldson, E. M. 1995. Freshwater growth, smolting, and marine survival and growth of diploid and triploid coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Aquaculture, 136: 91-107.

## ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Samsun'un Bafra ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Bafra'da tamamladı. Lisans öğrenimini Marmara Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. 2009 yılında Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı ve halen devam etmektedir.