

**FARKLI SICAKLIKLARDA ŞOK UYGULAMALARININ
GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI(*Oncorhynchus mykiss*, W. 1972)
YUMURTALARININ YAŞAMA, BÜYÜME, TRİPLOİDLİK,
BİYOKİMYASAL PARAMETRELER VE ENZİM
AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Tayfun KARATAŞ

**Doktora Tezi
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Yrd. Doç. Dr. Esat Mahmut KOCAMAN
2012
Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

FARKLI SICAKLIKLARDA ŞOK UYGULAMALARININ
GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792)
YUMURTALARININ YAŞAMA, BÜYÜME, TRİPLOİDLİK,
BİYOKİMYASAL PARAMETRELER VE ENZİM AKTİVİTESİ
ÜZERİNE ETKİSİ

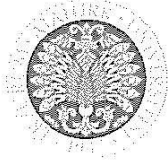
Tayfun KARATAŞ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2012

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

Farklı sıcaklıklarda şok uygulamalarının gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, w. 1972) yumurtalarının yaşama, büyüme, triploidlik, biyokimyasal parametreler ve enzim aktivitesi üzerine etkisi

Yrd. Doç. Dr. Esat Mahmut KOCAMAN danışmanlığında, Tayfun KARATAŞ tarafından hazırlanan bu çalışma 02/04/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP

İmza

Üye : Prof. Dr. Nurinisa ESENBÜĞA

İmza

Üye : Doç. Dr. Orhan Tufan EROLDOĞAN

İmza

Üye : Yrd. Doç. Dr. Esat Mahmut KOCAMAN

İmza

Üye : Yrd. Doç. Dr. Gonca ALAK

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum
Enstitü Müdürü

İhsan EFEOĞLU

ÖZET

Doktora Tezi

FARKLI SICAKLIKLARDA ŞOK UYGULAMALARININ GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) YUMURTALARININ YAŞAMA, BÜYÜME, TRİPLOİDLİK, BİYOKİMYASAL PARAMETRELER VE ENZİM AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Tayfun KARATAŞ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Esat Mahmut KOCAMAN

Bu araştırmada, gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) yumurtalarına farklı sıcaklıklarda şok uygulamasının yaşama, büyüme, triploidlik, biyokimyasal parametreler ve enzim aktivitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada üç farklı sıcaklık düzeyi (15, 20 ve 25°C) ve tek kontrol grubu kullanılmıştır. Yumurtaların döllenmesini takiben 7 dakika süreyle 15, 20 ve 25°C'de sıcaklık şoku uygulanmıştır. Sıcak şok uygulanan gruplar ve kontrol grubu 9,6 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Gruplar arasında ilk yem alımına kadarki yaşama oranları; kontrol>15°C >20°C>25°C olarak belirlenmiştir (p<0,05). Gruplar arasında en iyi büyüme oranları (ortalama canlı ağırlık artışı, yem değerlendirme, spesifik gelişim, nispi gelişim ve kondüsyon faktörü) 15°C>20°C>K>25°C olarak belirlenmiştir (p>0,05). Gruplar arasında mutlak gelişim oranları sırasıyla 15°C>20°C>25°C>K olarak belirlenmiştir (p>0,05). 5. ayda ve 17. ayda balıkların AST ve trigliserit seviyeleri tüm gruplarda 25°C>K>20°C>15°C olarak belirlenmiştir. 5. ayda ve 17. ayda balıkların ALT seviyeleri sırasıyla 20°C>25°C>K>15°C ve 20°C>15°C>K>25°C olarak belirlenmiştir. 5. ayda ve 17. ayda balıkların total kolesterol seviyeleri sırasıyla 25°C >20°C>15°C>K ve 20°C>15°C>K>25°C (p>0,05) olarak belirlenmiştir. 5. ayda balıkların HDL seviyeleri 15°C>20°C>25°C>K iken, 17. ayda balıkların HDL seviyeleri 15°C>20°C>K>25°C olarak belirlenmiştir. 5. ayda ve 17. ayda balıkların LDL seviyeleri sırasıyla 25°C>20°C>15°C>K ve 25°C>15°C>K>15°C olarak belirlenmiştir. 5. ayda ve 17. ayda balıkların VLDL seviyeleri sırasıyla 25°C>K>20°C>15°C ve 25°C>15°C>K>15°C olarak belirlenmiştir. 5 ayda. ve 17. ayda balıkların malondialdehit (MDA) seviyeleri sırasıyla 25°C>20°C>K>15°C olarak belirlenmiştir (p>0,05). 5. ayda ve 17. ayda balıkların serum paraoksonaz (PON) seviyeleri 15°C>20°C>25°C>K olarak belirlenmiştir (p>0,05). Gruplar arasında sadece 25°C'lik şoklamada %20 oranında triploid elde edilmiştir. Gruplar arasında gonadosomatik ve hepatosomatik indeksler sırasıyla 15°C>20°C>25°C>K (p>0,05) iken, kondüsyon faktörleri K>25°C>20°C>15°C olarak belirlenmiştir (p>0,05). Bu çalışma (yaşama oranları hariç) gökkuşağı alabalığı yumurtaları için optimum şoklama sıcaklığının 15 ve 20°C'ler arasında olabileceğini göstermiştir.

2012, 75 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Oncorhynchus mykiss*, sıcak şok, AST, ALT, total kolesterol, trigliserit

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

EFFECT OF DIFFERENT THERMAL SHOCKS APPLICATIONS ON SURVIVAL, GROWTH, TRIPLOIDY, BIOCHEMICAL PARAMETERS AND ENZYME ACTIVITY OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) EGGS

Tayfun KARATAŞ

Atatürk University
Institute of Science and Technology
Department of Aquaculture Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Esat Mahmut KOCAMAN

In this research, the effect of three different thermal shocks (15, 20 and 25°C) on survival, growth, triploidy, biochemical parameters and enzyme activity of rainbow trout eggs have been investigated. In the present investigation, three different temperature levels (15, 20 and 25°C) and single control group have been used. Following fertilization of eggs, thermal shocks have been applied upon 7 minutes at 15, 20 and 25°C. The control group and other groups for which thermal shocks are applied were left for incubation at 9,6°C. The survival ratios, until weaning, among the groups for which a thermal shocks applied upon 7 minutes at 15, 20 and 25°C following the fertilization of eggs have been determined as control>15°C >20°C>25°C (p<0,05). The best growth ratios among the groups (average increase in wet weight, gain absolute growth rate, feed conversion rate, specific growth rate and condition factor) have been determined to be 15°C>20°C>K>25°C (p>0,05). The gain relative growth ratios among the groups have been determined to be 15°C>20°C>25°C>K, respectively (p>0,05). The AST and triglyceride levels of fish in 5 and 17 months have been determined to be 25°C>K>20°C>15°C in all groups (p>0,05). The ALT levels of fish in 5 and 17 months have been determined 20°C>25°C>K>15°C and 20°C>15°C>K>25°C, respectively (p>0,05). The total cholesterol levels of fish in 5 and 17 months have been determined to be 25°C>20°C>15°C>K and 20°C>15°C>K>25°C, respectively (p>0,05). While the HDL levels of fish in 5 month are 15°C>20°C>25°C>K, the HDL levels of fish in 17 month have been determined to be 15°C>20°C>K>25°C, respectively (p>0,05). The LDL levels of fish in 5 and 17 months have been determined to be 25°C>20°C>15°C>K and 25°C>15°C>K>15°C, respectively (p>0,05). The VLDL levels of fish in 5 and 17 months have been determined to be 25°C>K>20°C>15°C and 25°C>15°C>K>15°C, respectively (p>0,05). The malondialdehyde (MDA) levels of fish in 5 and 17 months have been found to be 25°C>20°C>K>15°C, respectively (p>0,05). The paraoxonase (PON) levels of fish in 5 and 17 months have been found to be 15°C>20°C>25°C>K, respectively (p>0,05). 20% ratio of triploidy has been obtained only in group for which 25°C thermal shock applied. The indexes of HSI and GSI among the groups were 15°C>20°C>25°C>K, respectively (p>0,05), whereas the condition factors have been determined as K>25°C>20°C>15°C (p>0,05). The this study, (except the survival ratios) the optimum shock temperature for rainbow trouts have been indicated to be between 15 and 20°C.

2012, 75 pages

Keywords: *Oncorhynchus mykiss*, thermal shock, AST, ALT, total cholesterol, triglyceride

TEŞEKKÜR

Tez konumum belirlenmesinden sonuçların değerlendirilmesine kadar her aşamada bana yol gösteren, maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Esat Mahmut KOCAMAN'a; ve Sayın Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP'a; istatistik analizlerin değerlendirilmesinde yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Nurinisa ESENBÜĞA'ya ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Gonca ALAK'a; Patoloji Anabilim Dalı'na, Biyokimya Anabilim Dalı'na ve deneme süresince çalışmalarımda yardımcı olan Sayın İbrahim BİNGÖL ve Sayın Yaşar GÜNBEYİ'ne teşekkür ederim.

Ayrıca, bu günlere gelmemde en büyük pay sahibi olan sevgili aileme ve Üroloji kliniğine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tayfun KARATAŞ

Nisan 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	25
3.1. Materyal.....	25
3.1.1. Araştırma yeri.....	25
3.1.2. Su kaynağı	25
3.1.3. Araştırma kullanılan elek, yalak ve tanklar	26
3.1.4. Balık materyali	26
3.1.5. Deneme periyodu boyunca verilen yem materyali.....	26
3.2. Yöntem	27
3.2.1. Deneme planı.....	27
3.2.2. Dölllenme ve sıcak şok.....	28
3.2.3. İnkübasyon	28
3.2.4. Yumurtaların ilk yem alma dönemine kadar ki yaşama oranları	30
3.2.5. Balıkların beslenmesi	30
3.2.6. Grupların büyüme oranlarının belirlenmesi	30
3.2.6.a. Grupların canlı ağırlıklarının belirlenmesi	31
3.2.6.b. Grupların spesifik büyüme oranlarının belirlenmesi.....	31
3.2.6.c. Grupların yem değerlendirme oranlarının belirlenmesi	31
3.2.6.d. Grupların mutlak gelişim oranlarının belirlenmesi	32
3.2.6.e. Grupların nispi gelişim oranlarının belirlenmesi.....	32
3.2.6.f. Grupların kondüsyon faktörlerinin belirlenmesi.....	32
3.2.6.g. Grupların gonadosomatik indekslerinin belirlenmesi	33

3.2.6.h. Grupların hepatosomatik indekslerinin belirlenmesi	33
3.2.7. Grupların eritrosit hacimleri ve kandan sürme froti preparasyonu	33
3.2.8. Kolşisin uygulaması	34
3.2.9. Böbrekten kromozom preparasyonu	34
3.2.10. Balıklarda AST, ALT, Trigliserit, Total Kolesterol, HDL, LDL ve VLDL seviyelerinin ölçümü	35
3.2.11. Paraoksonaz (PON) enzim aktivite tayini	35
3.2.12. Malondialdehit (MDA) aktivite tayini	37
3.2.13. İstatistik analizler	39
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	40
4.1. Deneme Gruplarındaki Yaşama Oranları	40
4.2. Deneme gruplarındaki balıkların canlı ağırlık artışı, yem değerlendirme, spesifik gelişim, nisbi gelişim, mutlak gelişim oranlarına ait bulgular	43
4.3. Deneme gruplarındaki balıkların biyokimyasal parametrelerindeki değişimlere ait bulgular	48
4.4. Deneme gruplarındaki balıkların enzim aktivitesindeki değişimlere ait bulgular	49
4.5. Diploid ve triploid balıklara ait bulgular	51
4.5.1. Deneme gruplarındaki balıkların hücre büyüklüklerinin belirlenmesine ait bulgular	51
4.5.2. Deneme gruplarındaki balıkların kromozom yapısına ait bulgular	51
4.6. Deneme gruplarındaki balıkların hepatosomatik (HSI), gonadosomatik indeks (GSI) ve kondüsyon faktörüne (CF) ait bulgular	52
4.7. Sıcak şoklamanın balıklarda meydana getirdiği anatomik bozukluklar	53
4.8. Diploid ve triploid balıkların ovaryum ve gonadlarındaki anatomik farklılıklara ait bulgular	54
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	57
KAYNAKLAR	66
ÖZGEÇMİŞ	76

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre
cm ²	Santimetrekaare
cm ³	Santimetreküp
gr	Gram
H ₂ O	Su
HCl	Hidroklorik asit
l	Litre
m	Metre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
nm	Nanometre
°	Derece

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. 2010 yılında Türkiye’de elde edilen üretimin türlere göre dağılımı	6
Şekil 2.1. Gökkuşığı alabalığı	8
Şekil 2.2. Balıklarda şok uygulamasıyla triploid bireylerin elde edilmesinin şematik olarak gösterilmesi	10
Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan elekler, yalaklar ve tanklar	26
Şekil 3.2. Sıcak şok uygulamasında kullanılan su banyosu	28
Şekil 3.3. Tablalardaki gökkuşığı alabalığı yumurtaları	29
Şekil 3.4. Su sistemine bağlı 310 l’lik fiberglas tanklar	29
Şekil 3.5. Paraoksonaz reaksiyonu.....	36
Şekil 4.1. Diploid balıkların eritrosit hacmi	51
Şekil 4.2. Triploid balıkların eritrosit hacmi	51
Şekil 4.3. Diploid balıkların kromozomu	52
Şekil 4.4. Triploid balıkların kromozomu	52
Şekil 4.5. 25°C’deki bazı balıklarda karaciğer, kuyruk yüzgeci, dorsal ve anal yüzgeçte gözlenen anatomik bozukluklar.....	53
Şekil 4.6. Kontrol, 15 ve 20°C’deki balıkların karaciğer, kuyruk yüzgeci ve anal yüzgeci.....	54
Şekil 4.7. Triploid balıklarda gelişen ovaryum.....	54
Şekil 4.8. Triploid balıklarda gelişmemiş ovaryum.....	55
Şekil 4.9. Diploid balıklarda gelişmiş testis	55
Şekil 4.10. Diploid balıklarda gelişmiş ovaryum	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Balıklar için triploid üretim yöntemleri.....	10
Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan suyun kimyasal özellikleri	25
Çizelge 3.2. Büyütme döneminde balıklara verilen yemler ve içerikleri	27
Çizelge 3.3. Paraoksonaz (PON) aktivite ölçüm prosedürü	36
Çizelge 3.4. MDA ölçüm prosedürü (I aşama)	38
Çizelge 3.5. MDA ölçüm prosedürü (II aşama).....	38
Çizelge 4.1. Sıcak şok uygulamalarında yaşama oranları.....	42
Çizelge 4.2. Başlangıç ağırlığı 2 gr olan balıkların aylık büyüme performansları (gr) ..	43
Çizelge 4.3. Başlangıç ağırlığı 2 gr olan balıkların aylık yem değerlendirme oranları ..	44
Çizelge 4.4. Başlangıç ağırlığı 2 gr olan balıkların aylık spesifik gelişim oranları (%) ..	45
Çizelge 4.5. Başlangıç ağırlığı 2 gr olan balıkların aylık mutlak gelişim oranları (gr) ..	46
Çizelge 4.6. Başlangıç ağırlığı 2 gr olan balıkların aylık nispi gelişim oranları (%)	47
Çizelge 4.7. 5. ayda balıkların biyokimyasal parametrelerindeki değişimler.....	48
Çizelge 4.8. 17. ayda balıkların biyokimyasal parametrelerindeki değişimler.....	49
Çizelge 4.9. 5. ayda balıkların enzim aktivitesinde meydana gelen değişimler	50
Çizelge 4.10. 17. ayda balıkların enzim aktivitesinde meydana gelen değişimler	50
Çizelge 4.11. Deneme gruplarındaki balıkların HSI, GSI ve CF'ne ait değişimler.....	53

1. GİRİŞ

Dünyada, su ürünleri yetiştiriciliği besin üretim sistemleri içerisinde en hızlı büyüyen sektördür. Karasal hayvan üretiminin yıllık büyüme oranı %3,4 iken, balıkçılıkta bu oran yaklaşık %2,1'dir. Karasal hayvan üretimiyle karşılaştırıldığında su ürünlerinin büyüme hızı yaklaşık %6,1 daha fazladır (FAO 2010). Su ürünlerine olan talebin giderek artması ve doğal stokların gün geçtikçe azalması su ürünleri yetiştiriciliğini daha da önemli bir hale getirmiştir. Üretimde verimliliğin artırılması adına su ürünleri sektöründe çalışmalar daha hızlı büyüyen balıklar üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu işlem iki şekilde yapılmaktadır. Birincisi, balıkları belli bir seviyeye kadar büyüttükten sonra kafeslere transfer etmek üreticiler tarafından en çok tercih edilen yöntemdir. İkincisi ise son yıllarda oldukça gelişen biyoteknolojik yöntemlerdir. Biyoteknolojik yöntemler üç başlık altında toplanmaktadır. Bunlar; cinsiyet kontrolü, kromozom manipülasyonu ve gen manipülasyonudur (Özden vd 2003). Cinsiyet kontrolünde kullanılan hormon ve kimyasallar her ne kadar, balıkların vücutlarından tamamen atılsalar da insanlarda oluşan önyargılardan dolayı bu balıklarda kimyasal madde birikimi olduğuna inanılmakta ve tercih edilmemektedir. Bu sebeple cinsiyet kontrolü uygulanmış balıkları pazarlamak oldukça problemlidir. Gen manipülasyonu ise karmaşık ve ayrıntılı olması nedeniyle pratikte kullanım imkânı oldukça sınırlıdır. Bununla birlikte, balıklara uygulanan gen manipülasyonu ile balıkların yavru aşamasından itibaren hızlı büyümeleri sağlanabilmektedir. Kromozom manipülasyonu, maliyet düşüklüğü ve pratikte kullanım imkânının kolay olmasından dolayı en çok tercih edilen yöntemlerden biridir. Bu yöntem özellikle uzun süreli yapılan yetiştiricilikte yani balığın cinsi olgunluğa erişmesiyle birlikte yemden kazandığı enerjiyi gonad ve sperm gelişimi yerine doğrudan büyümeye harcayarak daha hızlı büyüme sağlanmakta yem masrafının düşük seviyede kalmasıyla ekonomik kazanım sağlanabilmektedir (Utter *et al.* 1983). Balıkta kısırlaştırmanın sağlanmasıyla birlikte büyüme, yaşama, hastalıklara karşı dirençsizlik ve et kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerinin giderilmesi de sağlanabilmektedir (Diaz *et al.* 1993).

Triploidlik ilk olarak doğal balıklarda tespit edilmiştir (Thorgaard and Gall 1979;

Thorgaard 1992). Triploid'lik, ısı ya da basınç şoku tekniklerinin uygulanmasıyla ikinci kutup hücresinin yumurtadan atılmasını önleyerek ya da 2. mayoz bölünmenin engellenmesi sonucunda oluşturulmaktadır (Chourrout 1980; Lou and Purdom 1984; Thorgaard *et al.* 1986; Atay vd 2000a,b). İkinci mayoz bölünmenin engellenmesi ise şoklamanın süresiyle ilgilidir. Bu sürenin düşük olduğu durumlarda kromozom sayısı etkilenmemekte, yüksek olduğu durumlarda ise kromozom sayısı artmaktadır. Yapısında üç çift kromozom barındıran bireyler triploid ($3n$) yani kısırdirler, dört çift kromozom barındıran bireyler tetraploid ($4n$) ve yapısında iki çift kromozom barındıran bireyler ise diploiddir. Diploid balıklarda olduğu gibi tetraploid balıklar da üreyebilirler. Tetraploid bireylerin yaşama oranı oldukça düşük olsa da cinsel olgunluğa başarılı bir şekilde ulaşabilmektedirler. Yapısında dört çift kromozom barındıran bireylerle (tetraploid) yapısında iki çift kromozom bulunduran (diploid) bireyler çaprazlandığında elde edilen bireylerin hepsi üç çift kromozoma sahip olmaktadır yani triploid bireyleri meydana getirmektedir (Doğankaya 2004). Balıkların kromozom yapısındaki farklılıklar balıkların beslenmesinden yüzme performansına kadar pek çok yapısal fonksiyonunu etkilemektedir. Örneğin, triploid balıkların büyüdükçe yüzme kapasitesinin azaldığı bildirilmiştir (Virtanen *et al.* 1990).

Yapılan çalışmalarda sıcak şoklamalarla elde edilen triploid ve diploid balıklar arasında cinsi olgunluk dönemine kadar büyüme parametreleri açısından önemli bir fark olmamasına karşın, dişi gökkuşağı alabalığı üretimi (ginogenez ve triploidliğin) için önemli uygulamalar olduğu bildirilmiştir (Chourrout and Quillet 1982; Bye and Lincoln 1986).

Sıcak şok uygulaması triploid balık üretmek için yaygın şekilde kullanılan yöntemdir. Sıcaklığın balıkların büyümesi üzerinde de önemli bir etkisi olduğu bilinmektedir (Doğankaya 2004). Bu nedenle balık yumurtalarına uygulanacak sıcaklık şokunun balıkların büyümesi üzerinde ne kadar etkili olduğunun bilinmesi gerekir. Çünkü balıkların gelişiminin optimum sıcaklıkta daha iyi olduğu bilinmektedir. Bu yüzden de balık yumurtalarına uygulanacak olan sıcak şoklamanın triploid birey elde etmeden balıkların optimum gelişim sıcaklığıyla orantılı olup olmadığının belirlenmesi önem arz

etmektedir. Eğer yumurtalara uygulanan sıcak şoklama ile optimum gelişim sağlanabilirse, hem yem hem de zamandan tasarruf sağlanarak balıkların daha hızlı bir şekilde pazarlama boyuna getirilmesi mümkün olabilecektir.

Hematolojik değęerler, canlıların genel sağlık durumlarının değęerlendirilmesinde ve sistematik olarak olan ilişkisinin belirlemede yaygın olarak kullanılan indikatörlerdir (Blaxhall and Daisley 1973; Alkinson and Judd 1978; Reddy and Bashamohideen 1989). Farklı balık türleri ile (*Tilapia mossambica*, *Ctenopharyngodon idella* and *Heteropneustes fossilis*) yapılan çalışmalarda çevresel koşulların hematolojik parametrelerde etkili olduğu kaydedilmiştir (Aziz *et al.* 1993; Shakoory *et al.* 1996; Kumar *et al.* 1999). Wallaert ve Babin (1994), alabalıklarda üreme ve mevsimsel değışimlerin plazma lipoprotein ve lipid seviyesini etkilediğini tespit etmişlerdir.

Kolesterol, trigliserit ve diğęer lipidler yoğunluk artışına göre sınıflandırılan bir dizi lipoprotein tarafından kan içinde taşınır. Bu lipoproteinler, çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL), düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) ve yüksek yoğunluklu lipoproteindir (HDL) (Atamanalp ve Solak 2004).

VLDL ilk olarak karaciğęer tarafından sentezlenir. VLDL adipoz dokusuna trigliseritlerin içten sentezlenmesiyle dağıtılır. Bu dağıtım sırasında kalan kalıntı kolesterol esterlerince zengin olan LDL içine taşınır. LDL'nin önemli bir rolü de periferik dokulara kolesterolün taşınmasını sağlamaktır. Kolesterol ve fosfolipiler bakımından oldukça zengin olan HDL, karaciğęer tarafından sentezlenir. HDL'nin en önemli görevlerinden biri periferik dokulardan karaciğęere kolesterol taşımaktır (Stryer 1975).

Bütün ökaryotik plazma membranlarının bir bileşiği olan kolesterol, yüksek organizmaların hücre canlılığı ve gelişimi için gereklidir. Ancak aşırı kolesterol, kolesterol esterlerinde plak birikiminin oluşması nedeniyle öldürücü olabilir. Kolesterol; testosteron, estradiol, progesteron ve kortizol gibi steroid hormonların en önemlisidir (Stryer 1975).

Yukarıda sayılan lipoproteinlerin genel işlevi, suda çözünmeyen lipidlerin, çözünür lipid ve protein kompleksi şeklinde kanda taşınmalarını sağlamaktır. Trigliserit, kolesterol esterleri, serbest kolesterol ve fosfolipid gibi lipidler ile apolipoprotein denilen yaklaşık on değişik protein moleküllerinin bir ya da birkaçını içinde barındırır. Lipoproteinler şilomikron ve besinsel yağ yükü şeklinde bağırsağın alt kısmında bulunmaktadır (Zech *et al.* 1986).

Plazma lipidleri LDL ve HDL olarak vücutta dolaşır. HDL'nin, alabalık plazmasındaki miktarı insanlardakinden 3-5 kat daha yüksektir. Plazma lipoproteinlerin sınıflandırılması yaygın bir biçimde türlere göre yapılmaktadır (Leger 1985). HDL seksüel olgunlaşmadan dolayı aynı türler içerisinde de farklılık gösterebilmektedir. Örneğin sardina balıklarında 700 mg/dl, Pasifik salmonlarında 2000 mg/dl, alabalıklarda HDL'nin plazma seviyesinin 1500-2000 mg/dl ve olgunlaşmış alabalıklarda ise yaklaşık 1800 mg/dl olduğu bildirilmiştir. Bu lipoprotein seviyeleri salmonidler için 2000 mg/dl geçebileceği bildirilmiştir (Leger 1985; Atamanalp ve Solak 2004).

Balık hücrelerinde oksidatif metabolizma, reaktif oksijen türünün (ROS) kaynağı olarak bilinir. Hücrelerde oksijenin azalmasıyla birlikte ROS pek çok hücre bileşenine zarar vererek hücre ölümlerinin artmasına neden olur. Reaktif oksijen türünün neden olduğu hücre ölümlerinin oksidan-antioksidan dengesinin bozulmasından kaynakladığı bildirilmiştir (Morales *et al.* 2004).

Balıklar ve memelilerde besinsel antioksidanların yetersiz alımı, oksidatif stresin belirgin bir göstergesi olan malondialdehitin artmasının en önemli nedeni olduğu bildirilmektedir (Ames *et al.* 1993; Nakano and Takeuchi 1997; Nakano *et al.* 1999).

Çipura (*Sparus aurata*) ve gökkuşağı alabalıklarında (*Onchorhynchus mykiss*) yapılan çalışmalarda kısmi açlığın malondialdehit (MDA) seviyesinin artmasında etkili olduğu belirtilmiştir (Hidalgo *et al.* 2002; Pascual *et al.* 2003).

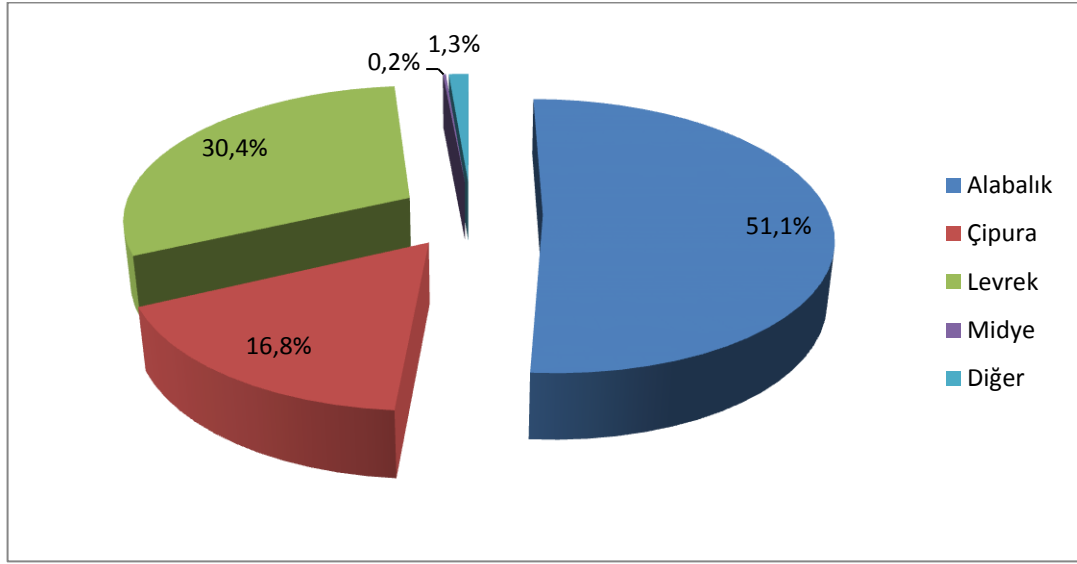
Molekül ağırlığı 44 kDa ve 354 aminoaside sahip bir glikoprotein olan paraoksonaz (PON), organofosfat bileşiklerinin hidrolizini katalize eden ve karaciğerde sentezlenen esteraza bağlı kalsiyum bağımlı bir enzimdir ve HDL'ye bağlı olarak bulunur (Aldridge 1953; Aldridge *et al.* 1989). İnsanlar üzerine yapılan çalışmalarda PON aktivitesinin MDA etkisini azalttığı belirlenmiştir (Mackness *et al.* 1998; Aviram *et al.* 1999).

HDL bünyesinde bulunan PON'un, LDL oksidasyonunu ve MDA seviyesindeki artışı önlemede önemli bir fonksiyonunun olduğu bildirilmiştir (Mackness *et al.* 1998; Mackness and Macknes 2004; Erden 2004).

İnsanlarda PON aktivitesindeki düşme, hepatik disfonksiyonun derecesi ve standart karaciğer fonksiyon testlerindeki değişikliklerle uyumludur. İnsanlar üzerine yapılan çalışmalarda, PON enzim aktivitesinin yaş artışına bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir (Bayrak vd 2005).

PON enzim aktivitesinin; insanlarda miyokard enfaktüsü, ailesel hiperkolesterolemi, Fish-eye sendromu, diyabet ve kronik renal bozukluklarda azaldığı pek çok çalışma ile gösterilmiştir (Mackness *et al.* 1993; Laitinen *et al.* 1993; Heijmans *et al.* 2000)

Bugün toplam dünya su ürünleri üretiminin 90 milyon tonu, su ürünleri yetiştiriciliğinden elde edilmektedir. Bu üretimin %33'lük kısmını yani 29,7 milyon tonunu iç su balıkları oluşturmaktadır (Anonim 2008). Türkiye'nin toplam iç su potansiyeli, alan olarak ülkemizin toplam yüz ölçümünün %1,3'ü kadardır. Gökkuşığı alabalığı, dünyada ve ülkemizde en çok yetiştirilen tür olma özelliğini taşımaktadır. Ülkemizde, 2010 yılındaki 167,141 tonluk toplam su ürünleri üretiminin 78,168 tonluk kısmını gökkuşığı alabalığı teşkil etmektedir (Anonim 2010) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. 2010 yılında Türkiye’de elde edilen üretimin türlere göre dağılımı

Türkiye’de 2008 yılında gökkuşağı alabalığı üretim miktarı %45,0 iken 2010 yılında bu oran %51,1 seviyesine kadar yükselmiştir. Bu oransal artış gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde verim artırıcı yöntemlerin geliştirilmesini ve uygulanmasını oldukça önemli bir hale getirmektedir. Bu verim artırıcı yöntemlerden biri steril yani kısır popülasyonların üretilmesidir. Steril gökkuşağı alabalığı üretimiyle cinsiyet ürünlerinin oluşumuna harcanacak enerjinin büyük bir kısmı et üretimine harcanarak, balıkların hızlı bir şekilde büyümesi ve ekonomik kazanım sağlanabilmektedir.

Bu çalışmada, hem sterilite hemde sıcak şokun balıkların büyümesi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla gökkuşağı alabalığı yumurtalarına farklı sıcaklıklarda şok uygulamaları yapılarak yaşama, büyüme, triploidlik, biyokimyasal parametreler ve enzim aktivitesi karşılaştırılarak pratikte kullanıma en uygun değerlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Salmonidae familyasına ait olan gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) sistematikteki yeri aşağıdaki gibidir.

Alem	: Animalia
Kök	: Chordata
Alt Kök	: Vertebrata
Üst Sınıf	: Osteichthyes
Sınıf	: Actinopterygii
Alt Sınıf	: Teleostei
Üst Takım	: Protacanthopterygii
Takım	: Salmoniformes
Familya	: Salmonidae
Cins	: <i>Oncorhynchus</i>
Tür	: <i>Oncorhynchus mykiss</i>

Salmonidae familyasına ait olan gökkuşağı alabalıklarının vücutları genelde mekik şeklindedir ve yanlardan hafifçe basıktır. Sırtta iki dorsal yüzgeç bulunur. Bunlardan birincisi normal ışıklıdır, ikincisi ise birinci yüzgecin gerisinde ve kuyruk yüzgecinin hemen önünde yer alır. Işını olmayan normal bir yapıda bulunan bu yüzgece "yağ yüzgeci" (adipöz) adı verilir. Yağ yüzgeci, alabalıkların en belirgin özelliklerden birisidir. Genelde alabalıkların vücutları cycloid pullarla kaplıdır. Omur sayıları türlere göre değişmekle birlikte 50-62 arasındadır. Ağzlarında bıyık benzeri bir yapı bulunmaz. Gökkuşağı alabalığında çok iyi gelişmiş bir hava kesesi bulunmaktadır. (Geldiay ve Balık 1996).

Gökkuşağı alabalığı türünde, vücudun üzerinde çok sayıda siyah nokta bulunmakta ve

yan hat boyunca bu siyah noktaların tam ortasında boydan boya uzanan gökkuşağı renginde bir bant bulunmaktadır (Şekil 2.1). Erkek alabalıklar yumurtlama döneminde parlak grimsi-siyah bir renge sahipken, dişi alabalıklar daha soluk bir renge sahiptir. Gökkuşağı alabalığında bulunan yüzgeçlerden; Sırt yüzgeci 9-10, anüs yüzgeci 10-11 ışıklı olup üzerinde siyah noktalar bulunur. Kuyruk yüzgeci ise çatallı ve siyah benekli (Atay 1987).



Şekil 2.1. Gökkuşağı alabalığı

Gökkuşağı alabalıklarının anavatanları Kuzey Amerika'nın dağlık bölgelerinde yer alan Mc-Coud nehridir. Dünya'nın diğer bölgelerine ve Türkiye'ye kültür yoluyla yayılmıştır. Kültür koşullarında oldukça iyi bir gelişim performansı göstermektedir. Doğal sularda ise besinlerini su böcekleri ve çeşitli larvalarla sağlar (Atay 1987).

Gökkuşağı alabalıklarında erkekler bireyler cinsi olgunluğa 2, dişi bireyler ise 3 yaşında ulaşırlar. Yumurtlama zamanları Kasım-Mart ayları arasındadır. Bir yumurtlama döneminde dişiler her bir kg ağırlık başına yaklaşık 1600-3000 adet yumurta verirler. Yumurtaları sarı-turuncu renklidir ve yumurta çapları genelde 4,0-6,5 mm arasında değişmektedir (Atay ve Bekcan 2000).

Gökkuşağı alabalıklarının kuluçka süresi yaklaşık 300-350 gün x derecedir. Gökkuşağı

alabalıkları karnivor beslenen balıklardır. Yetiştiriciliği oldukça uzun bir zamandan beri yapılmakta ve 250-300 g ağırlığa 1 yılda ulaşmaktadırlar (Atay ve Bekcan 2000).

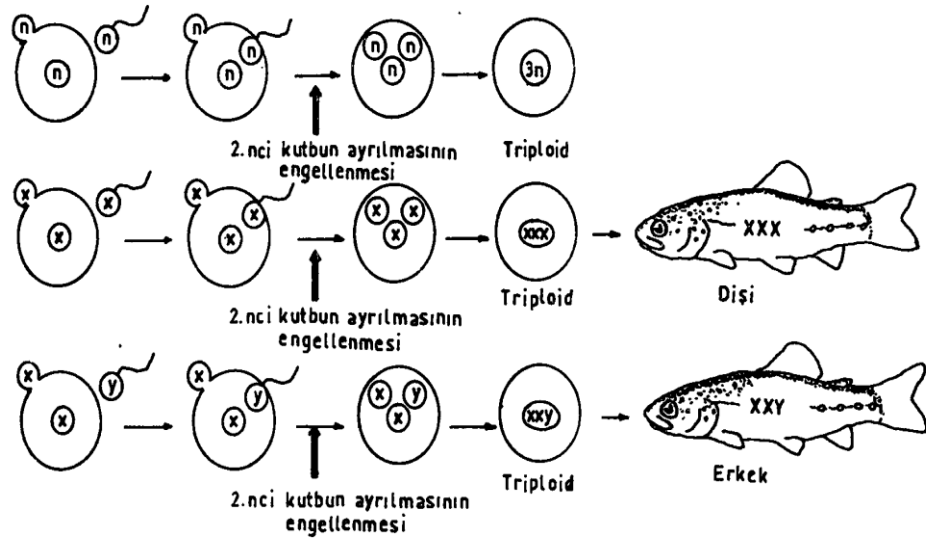
Kromozom manipülasyonlarında triploidliğin belirlenmesi için 7 yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler;

1. Kromozom sayımı (Kankaya 1998),
2. Eritrosit büyüklüğü (Beck and Biggers 1983),
3. Eritrosit çekirdek hacim büyüklüğüdür (Wolters *et al.* 1982) ki bu yöntemde genelde Coulter sayıcı kullanılmaktadır (Johnson *et al.* 1984; Wattendorf 1986).
4. Flow sitometrisi ile eritrosit çekirdeği içerisinde bulunan DNA yapısının belirlenmesidir (Johnson *et al.* 1984).
5. Çekirdekçiklerin boyanması ve sayılmasıdır (Phillips *et al.* 1984; May *et al.* 1986).
6. Coulter sayıcısı kullanılarak hücre yoğunluğunun analiz edilmesidir (Kankaya 1998).
7. Elektroforezle triploid hibritlerin incelenmesidir (Dawley *et al.* 1985; Arai *et al.* 1988; Seeb *et al.* 1988).

Gökkuşağı alabalıklarında kromozom sayılarının 58 ile 62 arasında değiştiği bildirilmiştir (Chourrout and Happe, 1986). Triploid üretimi için gerekli olan sıcaklık derecesi ve uygulama süresi tam olarak bilinmemesinden dolayı genelde deneme yanılma yolu kullanılmaktadır. Belli bir tür için triploid oluşum sıcaklığı, lethal sınırın ya biraz üzeridir veya biraz altıdır (Kankaya 1998). Triploid bireylerin elde edilmesi, şoklama zamanı ve ikinci polar cisimciğin ayrılma süreciyle yakından ilgilidir. Uygulanan şok, ikinci mayoz bölünmenin başlamasından hemen önce yapılmalı ve ikinci mayoz bölünme bloke edildikten sonra ikinci kutup hücresinin yumurtadan ayrılması engellenene kadar da devam etmelidir (Tave 1993).

Ingram (1988), Schreck and Moyle (1990), Tave (1993), ikinci polar cisimciğin engellenmesiyle döllen yumurta biri spermden, diğer ikisi yumurtadan (birinci ve ikinci polar cisimcikler) gelen üç haploid çekirdeği bünyesinde barındıracağını ve üç haploid çekirdekçiği bünyesinde barındıran yumurtanın da triploid bireyi oluşturacağını

bildirmişlerdir.



Şekil 2.2. Balıklarda şok uygulamasıyla triploid bireylerin elde edilmesinin şematik olarak gösterilmesi (Kankaya 1998)

Çizelge 2.1. Balıklar için triploid üretim yöntemleri (Kankaya 1998)

Metot	Tür
Soğuk şok ve Sıcak şok	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Sıcak şok	<i>Oreochromis mossambicus</i>
Basınç şoku	<i>Danio rerio</i>
Nitrit oksit	<i>Salmo salar</i>
Freon	<i>Salmo salar</i>
Yüksek pH ve kalsiyum	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Sitokalsin B	<i>Salmo salar</i>
Kolşisin	<i>Salvelinus fontinalis</i>

Triploid bireyler oluşturmak için üç farklı yöntem uygulanmaktadır. Bu yöntemler, ısı şoku (Valenti 1975; Lincoln and Scott 1984; Kim *et al.* 1986; Taniguchi *et al.* 1986; Wu *et al.* 1986; Chourrout and Happe 1986; Don and Avtalion 1988; Happe *et al.* 1988;

Cherfas *et al.* 1990), basınç şoku (Chourrout 1984; Benfey *et al.* 1981), ve kimyasal şokların (Ueda *et al.* 1988) kullanılması şeklindedir. Genelde triploid birey elde etmek için pek çok farklı yöntem bulunsa da bu yöntemlerden en çok tercih edilenleri sıcak ve basınç şokudur. Kimyasal şoklar balık türlerinde çeşitli ploidy seviyesine sahip bireylerin üretilmesinde imkân sunmaktadır (Allen and Stanley 1979).

Cyprinus carpio (Wu *et al.* 1986; Cherfas *et al.* 1990), *Tilapia aurea* (Valenti 1975; Don and Avtalion 1988), *Tilapia nilotica* (Don and Avtalion 1988), *Oncorhynchus keta* (Benfey *et al.* 1981), *Oncorhynchus masou* (Arai *et al.* 1988), *Oncorhynchus mykiss* (Chourrout 1984; Lincoln and Scott 1983; Kim *et al.* 1986; Happe *et al.* 1988; Ueda *et al.* 1988), *Salvelinus fontinalis* (Arai *et al.* 1988; Happe *et al.* 1988), *Plecoglossus altivelis* (Taniguchi *et al.* 1986), *Ctenopharyngodon idella*, *Aristichthys nobilis*, *Labeo rohita*, *Tilapia mossambica*, *Ictalurus punctatus*, *Clarius batrachus*, *Clarias gariepinus*, *Silurus glanis*, *Salmo salar*, *Oncorhynchus tshawytscha* (Utter *et al.* 1983), *Oncorhynchus kisutch* (Johnson *et al.* 1984), *Oncorhynchus gorbuscha* (Utter *et al.* 1983), *Salmo trutta*, *Acipenser transmontanus*, *Misgurnus anguillicaudatus*, *Pleuronectes platessa*, *Gasterosteus aculeatus*, *Morone sp*, *Morone saxatilis*, *Oryzias latipes*, ve *Micropterus salmoides* balık türlerinde de triploid oluşturulabilmektedir.

Gökkuşığı alabalıklarında birçok triploidi yöntemi kullanılmaktaysa da triploidik; yumurtalar döllendikten sonra ilk 20-30 dakikada 28°C'lik şoklama sonucunda oluşturulmaktadır. Bu şoklama da %90 triploidi görülür. Ancak normal döllen ve inkübe edilen yumurtalardan genellikle %10 yada %20 oranında daha fazla bir kayıp söz konusudur. 28°C'yi aşan sıcaklıkta daha fazla triploidi meydana gelir, bununla beraber yumurtalarda meydana gelen ölüm oranı da artar (Utter *et al.* 1983). Düşük sıcaklıkta ise, daha düşük oranda triploidi meydana gelirken; yumurtalarda meydana gelen ölümlerde azalır (Öztürk 1998). Şoklama esnasında meydana gelen ölümleri azaltmak için kaliteli yumurtaların kullanılmasına azami dikkat gösterilmelidir (Ulupınar ve Alaş 2002).

Triploid bireyler, özellikle cinsi olgunluk dönemindeki avantajları ve doğal

populasyonlar üzerindeki baskının azaltılması nedeniyle oluşturulur. Teoride, triploidler genetik özellikleri bakımından diploidlerden daha farklıdır. Örneğin triploidlerin hücre büyüklükleri diploidlerle karşılaştırıldığında triploid balıkların hücre büyüklüğü daha fazladır. Nükleusları büyüme için yaklaşık %32-34 daha fazla allel taşır ve büyüme için gerekli olan enerjiyi yumurta ve sperm üretimi yerine büyümeye harcar (Kankaya 1998).

Tave (1993), triploid (*Silurus glanis*, *Misgurnus anguillicaudatus*, *Morone saxatilis* ve *Morone* sp.) melezlerin diploidlere göre daha iyi büyüme performansı gösterdiğini bildirmiştir. Yapılan başka çalışmalarda, triploid balıkların diploidlere göre daha iyi gelişim gösterdikleride belirlenmiştir. Bunlar; *Ictalurus punctatus* (Wolters *et al.* 1982), *Oncorhynchus mykiss* (Kim *et al.* 1986) ve *Cyprinus carpio*'da (Taniguchi *et al.* 1986) olarak bildirilmiştir. Ueno *et al.* (1986), triploid *Plecoglossus altivelis* 'lerin et verimi ve ağırlık kazancının, diploid *P. altivelis* 'lerden daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Diploidlerin cinsi olgunluğa ulaşmasıyla birlikte balık büyümesi yavaşlamaktadır (Lou and Purdom 1984). Ancak cinsi olgunluk döneminde triploid balıklarda daha yüksek bir büyüme performansı beklenmekte ise de triploidler bu dönemde de beklendiği kadar büyüme avantajı göstermemektedir. Örneğin, Lincoln (1981) yaptığı bir çalışmada kısmi triploid yassı balık (*Pleuronectes platessa*) X kısmi triploid pisi balığı (*Platichthys jlesus*) melezlerinin çaprazlamasıyla elde edilen bireylerin büyüme esnasında yemden aldığı enerjiyi gamet gelişimine ve üremeye dönüştüremediğini belirlemiştir. Yine aynı çalışmada, çalışmanın ilk 4 ayında (gamet gelişimi ve üreme dönemi), triploidlerin diploidlere göre daha iyi geliştiği, ancak diploidlerin yumurta verdikten sonra daha iyi bir büyüme performansı göstererek üreme esnasında kaybettiği ağırlığı hızlı bir şekilde tekrar kazandığını bildirilmiştir (Kankaya 1998).

Triploid balıkların elde edilmesi, balıkçılık yönetimi programlarında ekzotik balıkların kullanımı veya balık üretim endüstrisi için olumsuz çevresel etkilerin en aza indirilmesinden dolayı önemli bir yöntemdir (Tave 1993). Birleşik Devletler Eyaletinde yapılan birçok çalışmada havuzlardan kaçma, doğada üreme, ortama alışma ve doğal

türlerin yerini alma gibi korkular nedeniyle ot sazanının (*Ctenopharyngodon idella*) ithalatı yasaklanmıştır. Ancak bu eyaletlerin bazılarında kısır olmaları nedeniyle yani; üreme ve doğal populasyonlar üzerinde bir baskı oluşturmayaacağı için triploid ot sazanının ithalatına izin verilmiştir.

Cotter *et al.* (2000), yetiştiricilik sistemlerinden kaçan salmonların doğal populasyonlarla etkileşimlerini önlemeye yönelik olarak triploidliğin kullanılması üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla, diploid ve triploid salmonlar markalanarak doğal ortama bırakılmış ve üreme döneminde tatlı sulara dönme oranları karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda triploid bireylerin diploidlere göre çok daha düşük oranlarda geri döndüğü gözlenmiştir. Bu nedenle triploidliğin, kültürden kaçan balıklar ile doğal populasyonlar arasındaki genetik interaksyonları önlemede ve ekolojik etkileri azaltmada kullanılabileceğini önermişlerdir.

Triploid balıklar, çevresel yan etkilere sebep olmayacak ve doğal kaynakların yönetiminde kullanılmak üzere üretilir (Kankaya 1998). Üretilen gametler genellikle düzenlenmemiş (ayarlanmamış) kromozom sayısı ihtiva eden aneploddirlir (yüksek kromozom setine sahip). Aneplod gametlerin uzun süre yaşayamayan, anormal ve kısa ömürlü nesiller üretebileceği bildirilmiştir (Tave 1993).

Dawley *et al.* (1985), yapay gametogenesis ve hormonal enjeksiyon yoluyla üretilen triploid fertlerin diploid fertlerden farklı, anormal bir yapıya sahip olduğunu ve bu yolla elde edilen triploid bireylerin bir çoğunun embriyolojik gelişimlerini tamamlayamadan öldüğünü belirlemişlerdir.

Tave (1993), triploid pisi balıkları üretmek için yaptığı çalışmada, pisi balıklarından elde ettiği yumurtaların hepsinin yaşama evresini tamamlayamadan öldüğünü bildirmiştir.

Triploid fertlerin yumurtaları dölleme ihtimali olmamasına rağmen, bazen yumurtaları dölleyecek spermler de elde etmenin mümkün olduğu belirlenmiştir. Ancak bu

döllerden elde edilen bireylerin embriyonik gelişimlerini tamamlayamadan öldüğü kaydedilmiştir (Tave 1993).

Lincoln and Scott (1984), cinsi olgunluk döneminde, diploid ve triploid gökkuşağı alabalığının erkek ve dişilerindeki morfolojik ve endokrinoloji karakteristiklerini belirlemek için yaptıkları çalışmalarında, triploid ve diploid balıklar arasında gonadosomatik indeks, kondüsyon faktörü, bağırsak, karaciğer ağırlığı ve fileto verimi bakımından önemli farklılıklar olduğunu kaydetmişlerdir.

Triploid ve diploid dişi gökkuşağı alabalıklarının kondüsyon faktörü, fileto verimi ve hepatosomatik indeks değerlerini karşılaştırmışlardır. Triploid bireyler daha yüksek fileto verimine ve kondüsyon faktörüne sahip iken, daha düşük hepatosomatik indekse sahip olduğu bildirilmiştir (Lincoln and Scott 1984).

Diploid dişiler cinsi olgunluğa ulaştıkları zaman hem dış görünüşlerinde hem de et kalitelerinde bir bozulma meydana gelir. Triploid dişilerde böyle bir durum söz konusu değildir (Bye and Lincoln 1986). Triploid erkekler, diploid erkeklerle aynı gonad gelişimini gösterir diğer bir deyişle, normal balıklardaki tüm cinsiyet özellikleri triploid balıklarda da gelişir, ancak triploid erkekler ya çok az sayıda sperm üretir yâda hiç sperm üretemez (Lincoln and Scott 1983).

Triploid ve diploid balıkların aynı gonad büyüklüğüne sahip olduğu, ancak triploid balıkların diploid balıklara göre daha az sayıda sperm ürettiği ve üretilen spermlerin yumurtaları dölleyemediği ya da döllenmiş yumurtaların uzun süre yaşayamadığı yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Dawley *et al.* 1985; Lincoln and Scott 1983, 1984; Taniguchi *et al.* 1986; Kim *et al.* 1986).

Triploid ot sazanında, gametogenezis üretimi için hormon enjeksiyon yöntemi uygulanmış ve elde edilen spermlerin normal balıklarınkinden farklı olduğu ve triploid erkeklerden elde edilen spermlerin, yumurtaları dölleme ihtimalinin çok zayıf olması nedeniyle kültür yönetiminde kullanılabileceği belirlenmiştir (Tave 1993).

Gökkuşağı alabalığında direkt kromozom preparasyonlarının hazırlanmasında, genç balıkların böbrek hücreleri kullanılmış ve genel olarak kullanılan hipotonik KCl yerine oda sıcaklığında 20 dakika süreyle %0,8 trisodyum sitrata maruz bırakmışlardır. Bunun sonucunda diploid balıkların böbrek hücrelerindeki kromozom sayısının 59-64 arasında değiştiği bildirilmiştir (Chourrout and Happe 1986). Ayrıca 170 gün dereceden küçük embriyolarda yüksek sayıda okunabilir metafaz elde edildiği ve orta kromozom B için kardeş kromatidlerin farklı boyanmasında Bromodeoksiyurid kullanılabileceği bazı araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Rencüzoğulları ve Topaktaş 1991; Kankaya 1998).

Ulupınar ve Okumuş (1998), 30 adet diploid gökkuşağı alabalığının böbreklerinden alınan 120 farklı hücrede kromozom ve karyotip analizleri yapmışlar, diploid balıkların kromozom sayılarını $2n=58$ ve $2n=62$ olarak belirlemişlerdir. Karyotip analizinde ise kromozom sayısını $2n=60$ olduğunu, bu karyotiplerin 1 çiftinin subtelosentrik, 7 çiftinin telosentrik ya da akrosentrik, 22 çiftinin ise metasentrik ya da submetasentrik olduğunu tespit etmişlerdir. Thorgaard and Disney (1990), balıkların farklı evrelerinde de (yavru ve ergin dönemlerinde) kromozom preparasyonları ve analiz çalışmalarının yapılabileceğini bildirmişlerdir.

Havada kurutma tekniğini kullanarak *Oreochromis niloticus*'un kromozom sayısı $2n=46$ olarak belirlemişler ve elde edilen bu kromozomların 2 tanesinin submetasentrik-metasentrik, 44 tanesinin ise akrosentrik yapıda olduğu bildirilmiştir (Ergene vd 1998a). Yine aynı araştırmacılar, havada kurutma yöntemi ile *Barbus plebejus lacerta*'nın karyolojik özelliklerini belirlemek için hazırladıkları kromozom preparatlarında kromozom sayısını $2n=48$ olduğunu ve bununda 16 tanesinin akrosentrik yapıda, 32 tanesinin ise metasentrik yapıda olduğunu tespit etmişlerdir (Ergene vd 1998b).

Sarı ve Ulakoğlu (1992), *Cyprinotus inaequalis*, *Cyprinotus salinus*, *Heterocypris incongruens*, *Cypridopsis vidua* ve *Heterocypris incongruens* türlerinin kromozom sayılarını tesbit etmek için yaptıkları çalışmada, bu türler arasında kromozom sayıları bakımından önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

AI-Sabti (1984), iki farklı türün (*Salmo gairdneri* ve *Thymallus thymallus*) kromozom sayılarının belirlenmesinde in vitro kolşisin yöntemini kullanmış ve bu yöntemle diploid balıkların kromozom sayısını, *Thymallus thymallus*'da $2n=98$, *Salmo gairdneri*'de $2n=60$ olarak belirlemiştir.

Kligerman and Bloom (1977), balıkların sert dokularında daha belirgin bir metafaz safhası oluştuğunu, bunun kromozom sayısının belirlenmesinde daha kolay bir yöntem olabileceğini ve bu şekilde birçok balığın kromozom preparasyonunun kolay ve hızlı bir şekilde yapılabileceğini bildirmişlerdir.

Balıklarda eritrosit ölçümünün balıkların ploidy seviyelerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanıldığı da bilinmektedir (Cherfas 1966; Purdom 1972; Cimino 1973; Valenti 1975; Thorgaard and Gall 1979; Lemoine and Smith 1980; Wolters *et al.* 1982).

Valenti (1975) ise, sıcak şok uygulaması yapılan *Tilapia aurea*'nın eritrosit çekirdek hacim büyüklüğünün triploidliğin belirlenmesinde kullanılabileceğini bildirmiştir. Yine benzer olarak, Beck and Biggers (1983), yaptıkları çaprazlamadan (diploid *Ctenopharyngodon idella* x triploid *Hypophthalmichthys nobilis*) elde ettikleri bireylerin ploidy seviyesinin belirlenmesinde eritrosit çekirdek hacmindeki büyüklüğünün kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Diploid ve triploidler fizyolojik özellikleri ve gelişim açısından mukayese edildiklerinde ya birbirine yakın özellik gösterirler ya da triploid balıkların biraz daha yavaş geliştiği bildirilmiştir (Thorgaard 1986). Ayrıca triploid dişi balıkların üreme döneminde büyüme ve et kalitesi açısından daha avantajlı olduğu bildirilmektedir (Bye and Lincoln 1986).

Triploid balıkların diploidlere nazaran daha yüksek bir gelişim simetrisine sahip olduğunu, yumurtaların açılım süresinde de triploid balık yumurtalarının açılma süresinin daha kısa olduğu kaydedilmiştir (Happe *et al.* 1988; Leary *et al.* 1995).

Yapılan bazı çalışmalarda, diploid ve triploid balıkların erken yavru döneminde sudaki çözünmüş maddeleri aynı oranda vücutlarına aldıkları ve aynı metabolizma seviyesine sahip oldukları bildirilmiştir (Fauconneau *et al.* 1989; Oliva-Teles and Kaushik 1990).

Diploid balıkların yumurtlama döneminde *canthaxanthia* tutulmasının triploid balıklara göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir (Choubert and Blanc 1989).

Gökkuşağı alabalığı yumurtalarına, döllemenin ardından 2. ile 12. dakikalar arasında 6000 psi ve 7000 psi arasında değişen hidrolik basınç uygulamaları yapmıştır. 8 dakika süreyle 6000 psi basınç uygulanan gruplarda embriyoların yaşama oranları açısından bir farklılık gözlenmezken, 4 dakika süreyle uygulanan grupta embriyo ve yumurtaların açılma dönemlerinde anormal bozukluklar ve ölüm gözlenmiştir. 7000 psi basınç şokunun yumurtalarda hem yüksek oranda açılma hem de yüksek oranda triploidlik oluşumuna neden olduğu belirlenmiştir (Chourrout 1984; Doğankaya 2004).

Kim *et al.* (1986), yaptıkları çalışmalarında, gökkuşağı alabalığı yumurtalarını 10°C'de döllemiş ve döllemeden 10 dakika sonra yumurtaları 27°C'de iki farklı sürede (10 ve 14 dakika) sıcak şoka maruz bırakmışlardır. Bu araştırmacılar, 10 ve 14 dakikalık sıcak şok uygulamasıyla yumurtalardan çıkan yavrulardaki triploid başarısını sırasıyla %45 ve %57 olarak kaydederek, şok süresi artışıyla triploidlik arasında paralellik olduğunu belirtmişlerdir.

Güner ve Özden (1997), gökkuşağı alabalığı yumurtalarına sıcaklık şoku (26,5°C'de 20 dakika) uygulayarak yaşama ve büyüme oranlarını karşılaştırmışlardır. Yumurta ve yavrulardaki yaşama oranlarını sırasıyla %87,8-89,8 ve 81,0-78,0; kontrol grubunda ise %87,4-92,2, 94,5-90,0 olarak belirlemişlerdir. Ayrıca, yumurtalara uygulanan sıcak şoklamanın yavrular üzerinde herhangi bir olumsuz etki oluşturmadığını ifade ederek, triploid ve diploid yavruların gelişiminin beşinci ayında ortalama canlı ağırlık artışlarını ve günlük canlı ağırlık artışını triploid balıklarda sırasıyla $877 \pm 54,1$; 1,94gr, kontrol grubunda ise $355 \pm 16,9$; 0,78 gr olarak tespit etmişlerdir.

Basınç şoku ve eter (%2) uygulamasının denendiği bir çalışmada, eterin gökkuşağı alabalığı yumurtaları döllendikten 40 dakika sonra 10 dakika 8000 psi basınç şokuna maruz bırakılmış ve yumurtaların yüksek oranlarda açıldığı (%80-%90) bildirilmiştir ve bu çalışmada %2'lik eter uygulanmasının gökkuşağı alabalığı yumurtaları üzerinde önemli bir etki oluşturmadığı da ifade edilmiştir (Lou and Purdom 1984).

Quillet *et al.* (1991), *Salmo trutta* ile yaptıkları çalışmalarında, kahverengi alabalık yumurtalarını 28°C'de 10 ve 20 dakika süre ile sıcak şoka maruz bırakmış ve kahverengi alabalık yumurtalarında sürede dikkate alınarak sırasıyla %95,0, %84,0 oranında triploidi başarısı yakalamışlardır. Yine aynı tür balıkla yapılan bir başka çalışmada, en yüksek triploidi oranı %94,2 ile 28°C'de 10 dakika süre ile yapılan uygulamada bulunmuştur. Aynı sıcaklık değerinde 15 dakikalık uygulamada %93,8, 20 dakikalık uygulamada ise %83,8'lik triploidi belirlemişlerdir (Liu and Quillet 1989).

Farklı sıcaklıklarda şok uygulaması ile triploid bireyler elde etmeye yönelik bir çalışmada, yumurtaların döllenmesinin ardından 1. ve 40. dakikalar arasında 10 dakika süreyle 24°C - 30°C aralığında şok uygulanmıştır. Şok düzeyi ve süresine bağlı olarak % 10 ile %100 arasında değişen oranlarda triploid birey olduğu gözlenmiştir. Döllenmeden sonra gruptaki yaşama ve gelişim düzeyinin kontrol grubundan daha düşük olduğu belirlenmiştir (Solar *et al.* 1984).

Karataş (2009), yaptığı çalışmada, farklı sıcaklıklardaki şok uygulamanın gökkuşağı alabalığı yumurtaları üzerine etkisini araştırmıştır. Buna göre yumurtaların döllenme oranları kontrol grubunda ve 24, 26, 28 ve 30°C'lerde sırasıyla %95,7, %94,8, %93,1, %90,6, %88,7 olarak bulunurken, benzer olarak embriyo dönemindeki yaşama oranlarını sırasıyla %94,7, %97,5, %94,7, %92,0, %86,9 gözlenmiş; yumurtaların yaşama oranları ise sırasıyla %93,9, %96,2, %93,8, %89,2 %79,6 olarak kaydetmiştir.

Chourrout (1986), yaptığı çalışmada, gökkuşağı alabalığından alınan yumurtalar döldedikten 25 dakika sonra sırasıyla 2, 4, 6, 8, 10, 15 ve 20 dakika süreyle 26°C'lik sıcaklık şokuna maruz bırakmış, tüm grupta yumurtaların gözlenme ve açılma

dönemlerinde %91'lik bir yaşama oranı tespit etmiştir. Diğer bir çalışmada ise diploid bireyler 2 ile 10 dakika arasındaki şoklamalarda, triploid bireyler ise 15 ile 20 dakika arasındaki şoklamalarda oluştuğu tespit edilmiştir (Doğankaya 2004).

Gökkuşığı alabalıklarında triploid birey elde etmek amacıyla Nitrooksit (N_2O)'in kullanıldığı bir çalışmada yumurtalar, döllendikten sonra iki farklı süre (0-30 ve 0-60 dakika) ve üç farklı basınç altında (11atm, 5atm ve 1atm) nitroksite maruz bırakılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre düşük basınçta (1atm) triploid birey oluşmadığı, 5 atm basınçta %70 arasında triploid birey oluştuğu ve 11 atm basınçta ise %100 triploid birey elde edilmiştir. Uzun süre (0-60 dakika) N_2O uygulamasının triploid oranını azalttığı (%91,4), buna karşın, kısa süre (0-30 dakika) N_2O uygulamasının ise triploid oranını %100'e kadar arttırdığı bildirilmiştir (Shelton *et al.* 1986).

Gynogenetic ve triploid Atlantic salmonu (*Salmo salar*) üretmek için, yumurtalar döllendikten 10 ve 20 dakika sonra 1,5 ve 10 dakika süreyle 26°C-29°C arasında değişen sıcaklıklara maruz bırakılmış, tüm gruplarda yüksek oranda triploidlik (%70-%96) ve ilk yem alma dönemine kadar da %66-%89 arasında bir yaşama oranı tespit edilmiştir (Quillet and Gagnon 1990).

Tetraploid (erkek) ile diploid (dişi) bireylerin çaprazlamasıyla elde edilen gökkuşığı alabalığı yumurtaları ile yapılan çalışmada, yumurtalar döllendikten 25 dakika sonra 27,2±0,2°C'lik sıcaklık şokuna 25 dakika süreyle maruz bırakılmış ve yüksek oranda triploidlik (%98,3) elde edilmiştir (Myers and Hershberger 1991).

Gökkuşığı alabalığı yumurtaları döllendikten 15, 20 ve 25 dakika sonra 15 dakika süreyle 26,5°C sıcak şoka maruz bırakılmış, uygulanan bu şoklamada optimum şoklama süresinin 15 dakika olduğu ve bu şoklama süresinde triploidliğin diğer gruplardan daha yüksek (%76,5±3,48) olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada düşük sıcaklıkların triploid oranını azalttığını, yüksek sıcaklıkların ise yumurtalarda daha fazla ölümlere neden olduğunu kaydetmiştir (Diaz *et al.* 1993).

Coho salmonlarında (*Oncorhynchus kisutch*) triploidlik oluşturmak için yapılan bir çalışmada, yumurtalar döllendikten sonra üç farklı sıcaklık (24°C, 26°C ve 28°C), iki farklı sürede (10 ve 20 dakika) uygulanmış ve en yüksek triploid oranını (%100) 28°C 20 dakika elde etmiştir. Aynı çalışmada, farklı basınç şokları (6,2X104 ile 8,4X104 kPa arasında) ise 4 dakika süre ile uygulanmıştır. Basınç şoku uygulamasında ise en yüksek triploidi oranı (%100) 6.9-8,3X104 kPa basınç değerleri arasında tespit edilmiştir (Teskeredzic *et al.* 1993).

Ojolick *et al.* (1995), diploid ve triploid dişi gökkuşağı alabalıkları ile yaptığı çalışmada, 23 gün boyunca yüksek su sıcaklığına (21±1°C) maruz bırakarak yaşama ve büyüme performanslarını karşılaştırmıştır. Deneme süresi sonunda triploid bireylerdeki ölüm oranının diploid bireylere göre daha yüksek olduğu ifade etmiştir. Atlantik salmonlarının (*Salmo salar* L.) büyüme performansını belirlemek için yapılan bir çalışmada, deniz suyunda 75 hafta tutulan triploid atlantik salmonlarının ağırlık bakımından diploidlerden daha yüksek büyüme değerlerine sahip olduğu bildirilmiştir (Friars *et al.* 2001). Atlantik salmonu ve gökkuşağı alabalıklarında diploid gynogenez oluşturmak için yaptıkları çalışmada, en iyi gynogenez oluşumunun atlantik salmonlarında 24°C, gökkuşağı alabalıklarında ise 26°C olduğu bildirilmiştir (Refstie 1983).

Onozato (1984), salmonlarda kromozom manipulasyonun belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada, genetik açıdan aktif hale getirilen spermilerin kromozom kullanılarak diploidize edilmesinde basınç şoku kullanmıştır. Çalışmada, döllenmeden 5 dakika sonra 6-10 dakika süreyle 650-700 kg/cm 'lik basınç uygulamasının %100 sonuç verdiği bildirilmiştir (Doğankaya 2004).

Tetraploid gökkuşağı alabalığı üretiminde 10°C'de 320-330 dakika süreyle yapılan basınç şoku uygulamasının en iyi sonuç verdiği bildirilmiştir (Foisil and Chourrout 1992).

Diploid ve triploid salmonid hibritleri üzerine yapılan bir çalışmada, yumurtalar döllenildikten 10 dakika sonra 10 dakika süreyle 29°C'lik sıcak şoka maruz bırakılmıştır. Bu şoklamanın ginogenez (dişileştirme) oluşumunda önemli olabileceğini ifade etmiştir (Gray *et al.* 1993).

Triploid ve diploid gökkuşağı alabalıklarının erken hayat evrelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, 60 günlük bir büyütme periyodundan sonra deneme gruplarından birinci grupta (döllenmeden 15 dakika sonra, 28°C'de, 40 dakika süreli şoklama) %51, ikinci grupta (döllenmeden 30 dakika sonra, 26°C'de, 40 dakika süreli şoklama), %52 ve üçüncü grupta (döllenmeden 15 dakika sonra, 27°C'de, 15 dakika süreli şoklama) %47, kontrol grubunda ise %67 yaşama oranı olduğu bildirilmiştir. Gruplarda triploidleşme oranı sırasıyla %80, %80, %90 olarak tespit edilmiştir. Triploid gruplarının yaşama oranlarının kontrol grubu oranından yaklaşık olarak %20 düşük belirlenmiştir (Öztürk 1998).

Diploid ve triploid Atlantik salmon (*Salmo salar*) larının tatlı suda yaşama ve büyüme özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, 16 hafta boyunca beslenen diploid ve triploid atlantik solmonlarının ortalama başlangıç ve final ağırlıklarının sırasıyla 1,3 ve 11,0, 1,1 ve 11,9 gr olduğu bildirilmiştir. Fry döneminde triploid atlantik salmonlarının gelişim oranının diploid atlantik salmonlarından daha iyi olduğu belirlenmiştir. Triploid ve diploidlerin erken gelişimini takiben geniş bir tank içerisinde 17 ay boyunca smoltifikasyonunu tamamlayana kadar balıklar beslenmiştir. Besleme sonucunda diploid balıkların ortalama ağırlığının 94 gr, triploid balıkların ortalama ağırlığının ise 76 gr olduğu tespit edilmiştir (Peter *et al.* 1994).

Diploid, triploid ve karışık (diploid ve triploid) gökkuşağı alabalıklarının 265 günlük büyüme özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada ortalama başlangıç ağırlıkları karışık gökkuşağı alabalıkları için 94 gr, triploid gökkuşağı alabalıkları için 84 gr, diploid gökkuşağı alabalıkları için 112 gr olarak alınmıştır. 180 günlük besleme sonunda final ağırlıkları karışık gökkuşağı alabalıkları için 512 gr, triploid gökkuşağı alabalıkları için 568 gr ve diploid gökkuşağı alabalıkları içinse 719 gr olarak

belirlemişlerdir. Ayrıca balıkların günlük canlı ağırlık artışları ise diploid gökkuşağı alabalıkları 2,38 gr, karışık gökkuşağı alabalıklarında 1,58 gr ve triploid gökkuşağı alabalıklarında ise 1,78 gr olarak belirlenmiştir (Robert *et al.* 1999).

Robert *et al.* (1999) yaptığı çalışmada triploid, diploid ve karışık (diploid ve triploid) gökkuşağı alabalıklarının yaşama, yem değerlendirme oranı, kondüsyon faktörü, hepatosomatik indeks arasında önemli bir farkın bulunmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca, 180 günlük büyüme sonrasında tespit edilen gonadosomatik indeks, karışık gökkuşağı alabalıklarında 3,1, diploidlerde 1,9 ve triploidlerde ise 0,4 olarak belirlenmiştir.

Memiş ve Gün (2004), ilk cinsel olgunlaşmayla beraber gökkuşağı alabalıklarının gonad, karaciğer ve büyüme performansını araştırdıkları çalışmalarında, kondüsyon faktörünü 1,38, spesifik gelişim oranını 0,67, yem değerlendirme oranını 1,7, gonadosomatik indeksi 6,23, hepatosomatik indeksi ise 1,40 olarak belirlemişlerdir.

Yapılan bir çalışmada, denemenin 22. ayında triploid ve diploid gökkuşağı alabalıklarının gonad ağırlığı sırasıyla 0,428 gr ve 11,09 gr olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmanın 24. ayında ise hepatosomatik indekslerindeki değişim triploidlerde 1,1, diploidlerde 0,9 olarak tespit edilmiştir (Manor 2009).

Qin *et al.* (1998), diploid ve triploid yayın balıklarının gelişim performansını araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, 276 gr ağırlığındaki diploid yayın balıklarının ovaryum ağırlığını 36,7 gr, kondüsyon faktörünü ise 1,12 olarak belirlemişlerdir. Buna karşın, 311 gr ağırlığındaki triploid yayın balıklarının ovaryum ağırlığı 6,7 gr, kondüsyon faktörü ise 1,17 olarak tespit etmişlerdir.

O'Kefee and Benfey (1999), triploid ve diploid kaynak alabalıklarının beslenmesi ve gelişimi üzerine yaptıkları çalışmada, diploid balıkların kondüsyon faktörünü 1,23, triploid balıkların kondüsyon faktörünü 1,17, diploid balıkların spesifik gelişim oranını 0,70, triploidlerin spesifik gelişim oranını 0,69, diploid balıkların yem değerlendirme

oranını 0,73, triploid balıkların yem değerlendirme oranını ise 0,77 olarak bildirmişlerdir.

Farklı sıcaklıklarda vücut ağırlığına göre besin tüketiminin araştırıldığı bir çalışmada, gökkuşağı alabalıklarının sıcaklıklara göre besin tüketimi 8°C’de 0,86, 12°C’de 1,03, 14°C’de 1,08, 16°C’de 0,92 ve 20°C’de 0,93 olarak belirlenmiştir. Yine aynı çalışmada gelişime göre besin tüketim değerleri 8°C için 1,17, 12°C için 1,15, 14°C için 1,15, 16°C için 1,07, 20°C için 0,80 olarak belirlenmiştir (Bear 2005).

Triploid ve diploid gökkuşağı alabalıklarının kondüsyon faktörlerini 12. ayda sırasıyla 1,2 ve 1,3, 17. ayda ise 1,4 ve 1,5 olarak belirlemiştir (Bonnet *et al.* 1998). Ünlü (2004), 264 günlük bir büyütmenin ardından triploid ve diploid gökkuşağı alabalıklarının kondüsyon faktörlerini sırasıyla 1,38 ve 1,33 olarak tespit etmiştir.

Gökkuşağı alabalığını hergün beslemenin gelişim performansı üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, mutlak gelişim oranı %23,39, spesifik gelişim oranı 0,47, yem değerlendirme oranı ise 1,33 olarak tespit edilmiştir (Türker ve Dernekbaşı 2006).

Salmonidlerin optimum gelişim sıcaklığının belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalarda Cutthroat trout (Meeuwig *et al.* 2004) için 12°C, Chinook salmon (Brett *et al.* 1982) için 19°C, Sockeye salmon (Brett *et al.* 1969) için 15°C, Brown trout (Ojanguren *et al.* 2001) için 17°C, Rainbow trout (Hokanson *et al.* 1977) içinse 17,2°C olarak belirlemişlerdir.

Ticari yemle beslenen gökkuşağı alabalıklarının serum LDL değeri 195,0 mg/dl olarak belirlenmiştir (Atamanalp *et al.* 2003). Yapılan bir başka çalışmada ise ticari yemle beslenen olgunlaşmamış alabalıkların serum LDL değerinin 193,0-392,0 mg/100ml arasında değiştiği bildirmiştir (Leger 1985).

Ticari yemle beslenen gökkuşağı alabalığı için ortalama serum HDL değeri 114,0 mg/dL olarak tespit edilmiştir (Atamanalp *et al.* 2003). Serum HDL değerleri erkek

alabalıklarda 1062,0-2216,0 mg/dL, 0,7-1,9 kg dişi alabalıklarda >1500,0 mg/dL, olgunlaşmamış alabalıklarda 2344,0 mg/dL, 0,5-1,0 kg ağırlığındaki erkek alabalıklarda 518,0 mg/dL dişi alabalıklarda 331,0 mg/dL, 1,0-1,2 kg ağırlığındaki erkek alabalıklarda 1750,0 mg/dL olarak belirlenmiştir (Leger 1985).

Eisenberg (1978), tavşanlarda yaptığı çalışmasında, apoproteinlerin sıcaklık ve zamana göre değişimini incelemiş 30 dakika boyunca HDL değerlerini farklı sıcaklıklardaki inkübasyon sonucunda HDL değerlerindeki değişimi, 0°C'de 8,3 gr/ml, 10°C'de 12,7 gr/ml, 20°C'de 22,3 gr/ml, 30°C'de 28,5 gr/ml ve 37°C'de 27,5 gr/ml olarak belirlerken. tavşan kanlarının 37°C sıcaklıkta farklı sürelerde inkübasyonda HDL değerlerini 0 dakika için 9gr/ml, 5 dakika için 24,2 gr/ml, 15 dakika için 24,2 gr/ml, 30 dakika için 27,4 gr/ml, 60 dakika için ise 27,4 gr/ml olarak kaydetmiştir. Aynı çalışmada, 30 dakika boyunca farklı sıcaklıklardaki inkübasyonda VLDL değerlerindeki değişimi, 0°C'de 46 gr/ml, 10°C'de 44,2 gr/ml, 20°C'de 36,5 gr/ml, 30°C'de 31,5 gr/ml ve 37°C'de 31,8 gr/ml olarak belirlemiştir. Aynı çalışmada, tavşan kanlarını 37°C sıcaklıkta farklı sürelerdeki inkübasyonunda VLDL değerlerindeki değişim 0 dakika için 47,4 gr/ml, 5 dakika için 34,7gr/ml, 15 dakika için 31,7 gr/ml, 30 dakika için 34,7 gr/ml, 60 dakika için ise 33,3 gr/ml olarak belirlenmiştir.

Canlılarda ve insanlarda serum ALT seviyesinin yükselmesi, serum AST seviyesinde olduğu gibi karaciğer, kas nekrozları ve bu organlarda oluşabilecek enfeksiyonların bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Asztalos *et al.* 1990; Murray *et al.* 1993; Philip and Rajasree 1996).

Besinsel kolesterol, trigliserit ve plazma total protein seviyeleri balıkların beslenme koşullarının en iyi göstergesidir. Canlılarda serum lipit ve glikoz seviyesini; çevresel faktörler, besin tüketimi, beslenme aktivitesi ve üreme gibi birkaç faktörün etkilediği bildirilmiştir (Poli *et al.* 2001).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri

Bu deneme, Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Alabalık Üretim ve Araştırma Merkezinde yapılmıştır.

3.1.2. Su kaynağı

Denemede kullanılan su, araştırma merkezinin yaklaşık 50 m ilerisinden dalgıç tipi pompalar yardımıyla çıkarılan artezyen (kaynak) suyudur. Senenin belli dönemlerinde dijital termometre ile yapılan ölçümlerde su sıcaklığının kışın 9,5°C yazın ise 10°C'ler arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan suyun kimyasal özellikleri ise Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan suyun kimyasal özellikleri

Parametre	Miktar
Ph	7,85
O ₂ (ppm)	9,45
NO ₂	<0,002
NO ₃	<16,82
Sertlik	103,9 mg
CuSO ₄	<0,05
Kalsiyum	<48
NH ₄	< 0,01
Na	< 7,49
Mg	<14,47

3.1.3. Araştırma kullanılan elek, yalak ve tanklar

Araştırmada kullanılan elekler 55x33x25 cm³, yalaklar 210x60x40 cm³, yuvarlak tanklar ise 207x65 cm² hacme sahiptir (Bricknell *et al.* 1999) (şekil 3.1.).



şekil 3.1. Araştırmada kullanılan elekler, yalaklar ve tanklar

3.1.4. Balık materyali

Denemede, Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakóltesi Alabalık Üretim ve Araştırma Merkezinden temin edilen biri erkek, diğeri dişi olmak üzere 2 adet sağıklı görünümdeki gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) damızlıkları (3 yaş) kullanılmıştır.

3.1.5. Deneme periyodu boyunca verilen yem materyali

Denemede, 2 gr ağırlığa ulaşan balıklar 17 aylık büyütme periyodu boyunca ağız ačíklıklarıyla orantılı olarak 0,5, 0,8, 1, 1,2, 2, 3, 4, 5, 6, ve 9 mm'lik pelet alabalık yemleri ile beslenmişlerdir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Büyütme döneminde balıklara verilen yemler ve içerikleri

Balığa verilen yemler ve içerikleri									
%	0,5 mm	0,8 mm	1 mm	1,2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	9 mm
Ham Protein	57	55	55	52	45	42	45	40	42
Ham Yağ	17	18	18	20	20	22	20	24	20
Ham Kül	10	10	10	9,5	10	10	9	9	7,2
Selüloz	0,5	0,5	0,6	0,7	3	3	3	3	3
Fosfor	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Sindirilebilir Enerji (kcal)	4520	4520	4300	4300	4000	4000	4000	3950	3950
Vitamin A (IU/kg)	16250	16250	14000	14000	12500	12500	12500	12500	12500
Vitamin D (IU/kg)	3250	3250	2800	2800	2500	2500	2500	2500	2500
Vitamin E (IU/kg)	525	525	350	350	200	200	200	200	200
Vitamin C (mg/kg)	150	150	210	210	210	210	210	210	210
Vitamin B2 (mg/kg)	10	10	30	30	20	20	20	30	30
Vitamin B12 (mg/kg)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

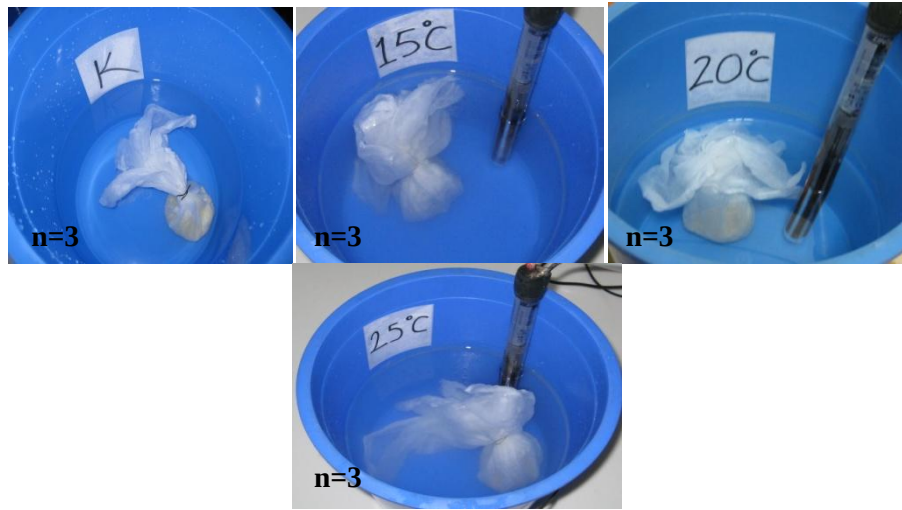
3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Denemeler, bir kontrol ve üç sıcak şok olmak üzere toplam dört grup olarak kurulmuş, üç tekerrürlü olarak yürütülmüş ve şansa bağlı olarak örnekleme yapılmıştır.

3.2.2. Döllenme ve sıcak şok

Dişi balıklardan sağılan yumurtalar ile erkek balıklardan elde edilen sperm (1:1) kuru yöntemle döllenmiştir (Lou and Purdom 1984). Döllenmiş yumurtalar hemen, $15\pm0,1$, $20\pm0,1$, $25\pm0,1^{\circ}\text{C}$ 'lik (Şekil 3.2) sıcaklıklarda 7 dakika süreyle maruz bırakılmıştır (Quillet and Gagnon 1990).



Şekil 3.2. Sıcak şok uygulamasında kullanılan su banyosu.

3.2.3. İnkübasyon

Şoklamanın ardından döllenmiş yumurtalar (Şekil 3.3), $9,6\pm0,1^{\circ}\text{C}$ 'de inkübasyona bırakılmıştır (Diaz *et al.* 1993) (Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Tablalardaki gökkuşağı alabalığı yumurtaları



Şekil 3.4. Su sistemine bağlı 310 l'lik fiberglas tanklar

3.2.4. Yumurtaların ilk yem alma dönemine kadar ki yaşama oranları

Yumurtaların döllenme, embriyo, gözlenme, keseli dönem ve ilk yem alma dönemine kadarki yaşama oranları doğrudan sayım yöntemi ile belirlenmiştir. Ölü yumurtalar ve keseli yavrular, ilk yem alma dönemine kadar eleklerden günlük olarak toplanarak sayıları not edilmiştir. Yumurtaların embriyo, gözlenme, keseli dönem ve ilk yem alma dönemine kadar ki yaşama oranları Suziki and Fukuda (1971)'nin kullandığı formüllere göre hesaplanmış ve yüzde olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Kuluçka randımanı} = \frac{\text{Çıkan canlı yavru adeti}}{\text{Toplam yumurta adeti}} \times 100$$

$$\text{Çıkış gücü} = \frac{\text{Canlı yavru adeti}}{\text{Döllü yumurta adeti}} \times 100$$

$$\text{Keseli dönemde yaşama gücü} = \frac{\text{Serbest yüzme dönemine ulaşan yavru adeti}}{\text{Keseli yavru adeti}} \times 100$$

3.2.5. Balıkların beslenmesi

Keseli evreyi tamamlayan balıklar, önce 2 gr'a ulaşınca kadar serbest yemlemeye (doyana kadar) tabi tutulmuş, daha sonra kontrollü olarak beslenmişlerdir. Deneme periyodu boyunca 2 gr'a gelen balıklar 15 günlük aralıklarla tartılmış ve günlük yem miktarı belirlenmiştir.

3.2.6. Grupların büyüme oranlarının belirlenmesi

Deneme başlangıcında 2 gr olan balıklar, her biri 210x60x40 cm³ hacmindeki 12 yalağa stoklanmıştır. Balıkların besleme süresince kazandıkları ağırlığa göre stok yoğunlukları aynı yalaklar içerisinde 90'e düşürülmüş ve daha sonra deneme sonuna kadar tank hacimleri 207x65 cm² olan tanklara her grupta ortalama 35 balık olacak şekilde stoklanmıştır. 17 aylık büyütme periyodunda balık ağırlıkları her 15 günde bir belirlenmiştir. Elde edilen değerler ışığında grupların canlı ağırlık artışı, spesifik gelişim

oranı, yem değerlendirme oranı, mutlak gelişim oranı, nispi gelişim oranı, kondüsyon faktörü, gonadosomatik indeks, hepatosomatik indeksleri aşağıdaki prosedüre göre hesaplanmıştır.

3.2.6.a. Grupların canlı ağırlıklarının belirlenmesi

Gruplardaki balıkların ortalama canlı ağırlıkları aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir. (Bircan 1981; Kocaman 1994; Atamanalp vd 1996; Karagölge 1998).

Toplam canlı ağırlık artışı (gr) = $(A_1 - A_0) + \text{Ölen balıkların toplam ağırlıkları (gr)}$

A_1 = Deneme sonu toplam balık ağırlığı (gr)

A_0 = Deneme başı toplam balık ağırlığı (gr)

3.2.6.b. Grupların spesifik büyüme oranlarının belirlenmesi

Gruplardaki spesifik gelişim oranları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Bircan 1981; Kocaman 1994; Atamanalp vd 1996; Karagölge 1998).

SBO (Spesifik Büyüme Oranı) = $(\ln A_2 - \ln A_1) / (t_2 - t_1) \times 100$

A_2 = Ortalama son canlı ağırlık (gr)

A_1 = Ortalama ilk canlı ağırlık (gr)

$t_2 - t_1$ = Deneme süresi

3.2.6.c. Grupların yem değerlendirme oranlarının belirlenmesi

Grupların yem değerlendirme oranları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Bircan 1981; Kocaman 1994; Atamanalp vd 1996; Karagölge 1998).

Yem Değerlendirme Oranı (YDO) = $F / ((X_2 + T) - X_1)$

F = Tüketilen Yem Miktarı

X_2 = Periyot sonu toplam ağırlık (gr)

X_1 = Periyot başı toplam ağırlık (gr)

T = Ölen balıkların toplam ağırlığı (gr)

3.2.6.d. Grupların mutlak gelişim oranlarının belirlenmesi

Gruplardaki mutlak gelişim oranları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Kızak 2009).

Mutlak gelişme = $T_s - T_i$

T_s = Balığın son ağırlığı (gr)

T_i = Balığın ilk ağırlığı (gr)

3.2.6.e. Grupların nispi gelişim oranlarının belirlenmesi

Gruplardaki nispi gelişim oranları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Kızak 2009).

Nispi gelişme = $(T_s - T_i) / T_i$

T_s : Balığın son ağırlığı (gr)

T_i : Balığın ilk ağırlığı (gr)

3.2.6.f. Grupların kondüsyon faktörlerinin belirlenmesi

Deneme gruplarındaki balıkların (her grup için 10 adet) kondüsyon faktörü aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Miranda *et al.* 2001).

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

K = Kondüsyon faktörü

W = Ağırlık (gr)

L = Boy (cm)

3.2.6.g. Grupların gonadosomatik indekslerinin belirlenmesi

Deneme sonunda grupların (her grup için 10 adet) gonadosomatik indeksleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Robert *et al.* 1999).

$$\text{Gonadosomatik indeks (\%)} = (G / B) \times 100$$

T = Gonad ağırlığı (gr)

B = Balık ağırlığı (gr)

3.2.6.h. Grupların hepatosomatik indekslerinin belirlenmesi

Deneme sonunda grupların (her grup için 10 adet) hematosomatik indeksleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Robert *et al.* 1999).

$$\text{Hepatosomatik indeks (\%)} = (T/B) \times 100$$

T = Karaciğer ağırlığı (gr)

B = Balık ağırlığı (gr)

3.2.7. Grupların eritrosit hacimleri ve kandan sürme froti preparasyonu

17. ayda sıcak şok uygulanan gruplardan (her grup için 10 adet) alınan kan örnekleri heparin solüsyonundan geçirildikten sonra hematoloji tüplerine alınmıştır. Eritrosit hacimleri Beckman coulter LH750 analyzer cihazında belirlenmiş ve MCV olarak ifade edilmiştir. Eritrosit hacimleri arasında farklılık bulunan gruplardan alınan kan örneklerinden froti hazırlanmıştır.

Balıkların kan örneklerinden hazırlanan froti Kankaya (1998)'e göre yapılmıştır. Bu işlemler kısaca özetlenecek olursa; kan örneğinden lam üzerine 3-4 damla damlatılmış; lamelin lamla 45 derecelik açı yapacağı şekilde kanın yayılması (froti) sağlanmıştır. Kanın yayılmasının ardından örnekler kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan örnekler üzerine yaklaşık 5ml metanol döküldükten sonra 10 dakika beklenmiştir. Daha sonra saf suyla yıkanan örnekler oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra kuruyan örnekler üzerine yaklaşık 4-5 damla Wright boyası dökülmüş 10 dakika beklenmiştir. Kuruyan kan örnekleri tekrar saf suyla yıkanmış ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kuruma sonrası ışık mikroskopunda eritrositlerdeki farklılıklar belirlenmiş ve resimleri çekilmiştir.

3.2.8. Kolşisin uygulaması

Balıklarda meydana gelebilecek zararı en aza indirmek ve kolşisin enjeksiyonunu daha kolay bir şekilde yapabilmek için balıklar (her grup için 10 adet) 0,05 ml/L fenoksietanol ile anestezi edilmişlerdir. Büyük boydaki balıklar için 5ml enjektör kullanılarak, 3ml/kg kolşisin dorsal yüzgecin hemen önünden kas içine yaklaşık 4 mm girilerek enjekte edilmiştir. Kolşisin enjeksiyonu ardından balıklar 6 saat süreyle kaynak suyunda yüzdürülmüştür (Chourrout and Happe 1986).

3.2.9. Böbrekten kromozom preparasyonu

Balıklara kolşisin uygulamasından 6 saat sonra balıklar öldürülmüş, böbreklerden alınan dokular parçalanarak tüplere alınmış ve üzerlerine 0,075M KCI ilave edilerek bir gün boyunca hipotonik solüsyonunda bekletilmişlerdir (Thomas 1973).

Tüplere KCI uygulandıktan sonra dokular 2000 rpm'de 10 dakika süreyle santrifüj edilmiş ve üstte biriken sıvı kısım atıldıktan sonra tüplerin üzerine önce 3 birim metanol hemen ardından 1 birim glacial asetik asit eklenmiştir. Total solüsyon 7 ml tamamlanarak dokular fikse edilmiştir. Fikse edilen dokular 15 dakika boyunca tekrar bekletilmiş bu bekleminin ardından fiske edilen tüpler tekrar 2000 rpm'de 10 dakika

boyunca santrifüj edilerek fikse edilen örnekler yenilenmiştir (Schreck and Moyle 1990).

Yenilenen fikse karışımından pipet yardımıyla birkaç damla alınmış ve daha önceden 0°C'de soğutulan lamlar üzerine damlatılmıştır. Lam üzerine damlatılan fikse edilmiş örnekler oda sıcaklığında bir gün süre ile kurumaya bırakılmıştır (Schreck and Moyle 1990).

Kuruyan kromozomların boyanması için 6,8 pH'ya sahip olan tampon fosfat çözeltisi hazırlanmış ve kurutulan kromozomlar %4'lük giemsa boyası ile boyanmıştır.

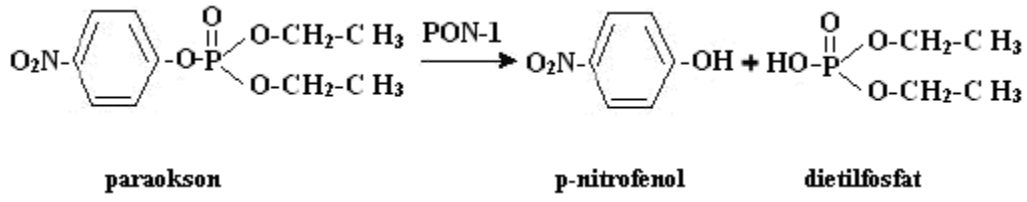
3.2.10. Balıklarda AST, ALT, Trigliserit, Total Kolesterol, HDL, LDL ve VLDL seviyelerinin ölçümü

5. ve 17. aylarda balıklardan (her grup için 10 adet) kan örneği alınarak deneme gruplarındaki balıkların biyokimyasal parametrelerinde meydana gelen değişim araştırılmıştır. Bu amaç için (CHOD-PAP metod) enzimatik kolorimetrik test, Roche marka ticari kit ve Cobas C501 (Roche Diagnostics, Mannheim, Almanya) marka otoanalizör cihazı kullanılmıştır.

3.2.11. Paraoksonaz (PON) enzim aktivite tayini

5. ve 17. aylarda balıklardan alınan kan örneklerinin serumu ayrıldıktan sonra aşağıdaki prosedür uygulanmıştır.

Balıklarda serum paraoksonaz aktivite tayini için substrat olarak paraokson kullanılmıştır. Paraokson'un hidrolizi sonucu oluşan p-nitrofenolün 37°C ve 412nm'de spektrofotometrik olarak birim zamandaki absorbans değişiminin tespit edilmesi ölçümün esasını oluşturmaktadır (Şekil 3.5). Ölçümde numune olarak taze kan serumu kullanılmıştır.



Şekil 3.5. Paraoksonaz reaksiyonu (Karakoç 2008)

Kullanılan Çözeltiler:

- 1) 100 mM'lık Tris/HCl tamponu (pH = 8): 3,784 gr tris + 35 mg CaCl₂ +14,61 gr NaCl tartıldı, yaklaşık 200 mL saf suda çözündü. HCl ile çözeltinin pH'sı 8'e ayarlandı. Son hacim saf suyla 250 mL'ye tamamlandı.
- 2) Paraokson çözeltisi: 16,2 µL paraokson 610 µL asetonda çözündü, üzerine 11,874 ml tris/HCl tamponu eklendi ve iyice karıştırıldı. Renkli şişede taze olarak hazırlandı.

Çizelge 3.3. Paraoksonaz (PON) aktivite ölçüm prosedürü

	Numune	Kör
Tris/HCl tamponu (100 mM, pH 8.0)	190 µL	190 µL
Numune	10 µL	-
H₂O	-	10 µL
Paraokson	50 µL	50µL

Her grup için 10'ar adet balıktan alınan kan örnekleri serumlarına ayrıldıktan sonra Çizelge 3.3'deki gibi pipetlemeler yapılmış ve daha sonra mikropate okuyucuda 37°C ve 412 nm'de 5 dakika boyunca her dakika için bir kez absorbans okunmuştur. Tüm gruplar için her balıktan üç tekerrürlü olacak şekilde okumalar yapılmıştır. Absorbans değişimi ΔA/dk olarak kaydedilmiştir Gruplar arasındaki absorbans değişimi aşağıdaki formül kullanılarak (paraoksonaz aktivitesi) hesaplanmıştır. Dakikada bir nmol p-nitrofenol oluşturan enzim miktarı bir ünite olarak ifade edilmiştir (Karakoç 2008).

$$U/mL \text{ (nmol/dk/mL)} = \frac{\Delta A/dk \times 10^9}{\varepsilon} \times SF$$

$\Delta A/dk$: Bir dakikadaki absorbans değişimi

ε : p-nitrofenolün molar absorbtivite katsayısı, mevcut deney şartları için 17600

SF : Seyreltme faktörü

10^9 : nmole çevirme faktörü

3.2.12. Malondialdehit (MDA) aktivite tayini

5. ve 17. aylarda balıklardan (her grup için 10 adet) alınan kan örneklerinin serumu ayrıldıktan sonra aşağıdaki iki aşamalı prosedür uygulanmıştır. MDA'nın ölçüm prensibi, MDA ile tiyobarbutirik asidin etkileşimi sonucu oluşan pembe renkli bileşiğin 532 nm'de meydana getirdiği absorbansın ölçülmesi esasına dayanmaktadır.

Kullanılan Çözeltiler:

1. 8,1'lik SDS çözeltisi: 8,1 gr SDS bir miktar saf suda çözündü ve hacim 100 mL'ye tamamlandı.
2. %20'lik asetik asit çözeltisi: %100'lük asetik asitten 20mL alındı ve saf suyla son hacim 100mL'ye tamamlandı.
3. % 0,9'luk TBA: 0,9 gr TBA bir miktar saf suda hafifçe ısıtılarak çözündü ve hacim 100 mL'ye tamamlandı.
4. 1/15 piridin/1-bütanol karışımı: 15 mL 1-bütanole 1 mL piridin eklenerek hazırlandı.

5. 200 μM 'lık stok standart çözeltisi: 1,1,3,3-tetraetoksipropandan 25 μL alınıp 500 ml saf suda karıştırılarak çözündü. Seri dilüsyonla stok standarttan 200 (direkt stoğun kendisi kullanılır), 100, 50, 25, 12,5, 3 ve 0 μM 'lık standartlar hazırlandı.

MDA ölçümünde numune olarak kan serumu kullanıldı. Isıya dayanıklı, kapaklı cam tüplere Çizelge 3.4'deki gibi pipetlemeler yapıldı.

Çizelge 3.4. MDA ölçüm prosedürü (I aşama) (Karakoç 2008)

	Numune tüpü	Standart tüpü	Kör tüpü
SDS	200 μL	200 μL	200 μL
Asetik asit	1500 μL	1500 μL	1500 μL
TBA	1500 μL	1500 μL	1500 μL
Numune	200 μL	-	-
Standart	-	200 μL	-
Saf su	700 μL	700 μL	900 μL

Çizelge 3.4'deki gibi pipetlemeler yapıldıktan sonra tüm tüplerin kapakları kapatılmış, vortekslenmiş ve sıcaklığı 95°C'olan su banyosunda 1 saat boyunca inkübe edilmiştir. İnkübasyon işleminin ardından tüpler, çeşme suyu altında soğutulduktan sonra her bir tüpün üste kalan pembe renkli süpernatantından 600 μL alınarak ependorf tüpüne aktarılmıştır. Her bir ependorf tüpüne Çizelge 3.5'deki gibi pipetlemeler yapılmıştır.

Çizelge 3.5. MDA ölçüm prosedürü (II aşama)

	Numune tüpü	Standart tüpü	Kör tüpü
Saf su	150 μL	150 μL	150 μL
Piridin/n-bütanol	750 μL	750 μL	750 μL

Çizelge 3.5'deki gibi pipetlemeler yapıldıktan sonra ependorf içeriği iyice vortekslenmiş ve daha sonra 4000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Fazlar karıştırılmadan üst fazdan 200 µL alınarak mikropate okuyucuda 532 nm'de standart ve numunelerin absorbansı okunmuş ve standartlara karşı numunelerin konsantrasyonları kaydedilmiştir. Kaydedilen konsantrasyon µmol/L olarak ifade edilmiştir (Karakoç 2008).

3.2.13. İstatistik analizler

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Varyans analizi (ANOVA), grup ortalamalarının karşılaştırılmasında Duncan testi (SPSS 13 paket programında) kullanılmış, biyolojik araştırmalarda en çok kullanılan ($P=0.05$) önem seviyesi seçilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Denemeler, bir kontrol ve üç sıcak şok olmak üzere toplam dört grup olarak kurulmuş, üç tekerrürlü olarak yürütülmüş ve şansa bağlı olarak örnekleme yapılmıştır. Deneme gruplarında, embriyo, göz lekeli yumurta, keseli dönem yaşama oranı, büyüme, canlı ağırlık artışı, yem değerlendirme oranı, spesifik büyüme oranı mutlak gelişim, nispi gelişim, biyokimyasal parametreler, malondialdehit (MDA), paraoksanaz (PON), HDL, kondüsyon faktörü, gonadosomatik indeks, hepatosomatik indeks, eritrosit hacimleri ve büyüklükleri, kromozom büyüklüklerine ilişkin sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.1. Deneme Gruplarındaki Yaşama Oranları

Yumurtaların embriyo dönemindeki yaşama oranları; kontrol grubunda $95,5 \pm 4,54$, 15°C 'de $94,1 \pm 5,5$, 20°C 'de $92,4 \pm 8,4$ ve 25°C 'de $88,8 \pm 14,4$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Bu verilere göre deneme gruplarında en yüksek embriyo yaşama oranı $95,5 \pm 4,5$ ile kontrol grubuna aittir. Grupları arasındaki fark 25°C 'de istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Göz lekeli yumurtaların yaşama oranları; kontrol grubunda $94,1 \pm 2,53$, 15°C 'de $93,0 \pm 3,2$, 20°C 'de $91,2 \pm 2,6$ ve 25°C 'de ise $88,4 \pm 3,6$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Bu verilere göre deneme gruplarında en yüksek göz lekeli yaşama oranı $94,1 \pm 2,5$ ile kontrol grubuna aittir. Grupları arasındaki fark 25°C 'de istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Keseli dönemde yavruların yaşama oranları; kontrol grubunda, $86,1 \pm 2,4$, 15°C 'de $83,0 \pm 3,2$, 20°C 'de $77,3 \pm 3,9$ ve 25°C 'de ise $68,2 \pm 5,9$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Bu verilere göre deneme gruplarında en yüksek keseli dönem yaşama oranı $86,1 \pm 2,4$ ile kontrol grubuna aittir. Grupları arasındaki fark 25°C 'de istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Keseli dönemden ilk yem alımına kadar ki yaşama oranları; kontrol grubunda, %86,0±2,4, 15°C’de %83,0±3,1, 20°C’de %76,7±3,7 ve 25°C’de ise %67,9±5,4 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Bu verilere göre deneme gruplarında en yüksek keseli dönem yaşama oranı %86,0±2,4 ile kontrol grubuna aittir. Grupları arasındaki fark 25°C’de istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.1. Sıcak şok uygulamalarında yaşama oranları

Sıcak Şok Düzeyi	Döllenmeden Sonraki Şoklama Zamanı (dakika)	Toplam Yumurta Miktarı (Adet)	Embriyo Dönemi (%)	Göz Lekeli Yumurta (%)	Keseli dönem Yaşama (%)	İlk yem alma dönemine kadarki yaşama (%)
Önem seviyesi	-	-	*	*	*	*
Kontrol (9,6°C)	—	1087	95,5±4,5 ^a	94,1±2,5 ^a	86,12±2,4 ^a	86,0±2,4 ^a
15°C	7	1087	94,1±5,5 ^a	93,0±3,2 ^a	83,0±3,2 ^a	83,0±3,1 ^a
20°C	7	1087	92,4±8,4 ^{ab}	91,2±2,6 ^{ab}	77,3±3,9 ^{ab}	76,7±3,7 ^{ab}
25°C	7	1087	88,8±14,4 ^b	87,4±3,6 ^b	68,2±5,9 ^b	67,9±5,4 ^b

* = p<0,05 a, b: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur (P<0,05).

4.2. Deneme gruplarındaki balıkların canlı ağırlık artışı, yem değerlendirme, spesifik gelişim, nisbi gelişim, mutlak gelişim oranlarına ait bulgular

Deneme başında ortalama ağırlığı $2\pm 0,1$ gr olan balıkların aylık canlı ağırlık artışı, yem değerlendirme oranı, spesifik büyüme oranı, mutlak gelişim ve nispi gelişim oranlarına ait aylık değerler Çizelge 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6’da gösterilmiştir. Tüm gruplarda en iyi gelişim (canlı ağırlık artışı, yem değerlendirme oranı, spesifik büyüme oranı, mutlak gelişim ve nispi gelişim) oranları 15 ve 20°C’lik şoklamalarda elde edilmiştir. Deneme grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.2. Başlangıç ağırlığı 2 gr olan balıkların aylık büyüme performansları (gr)

Aylar	Kontrol (9,6 °C)	15 °C	20 °C	25 °C
Mayıs	2,0	2,0	2,0	2,0
Haziran	3,7	4,5	4,1	3,9
Temmuz	8,9	13,6	12,2	9,9
Ağustos	25,8	41,2	38,8	26,1
Eylül	61,2	75,6	70,3	66,9
Ekim	114,3	151,5	127,6	116,4
Kasım	170,3	241,2	202,2	181,9
Aralık	230,3	338,3	281,7	249,4
Ocak	340,6	445,8	371,2	343,4
Şubat	430,7	557,7	471,6	438,6
Mart	540,3	667,4	598,7	553,2
Nisan	667,1	782,6	726,5	655,1
Mayıs	803,1	898,4	856,5	802,0
Haziran	940,6	1023,3	996,6	953,8
Temmuz	1079,7	1160,0	1146,4	1098,7
Ağustos	1140,2	1315,6	1298,0	1160,4
Eylül	1194,4	1417,1	1361,4	1210,2

2 gr'dan itibaren gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmasa da 15 ve 20°C'de şoklanan grupların gelişim performansının kontrol ve 25°C'de şoklanan grupların gelişim performansından daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Kontrol ve 25°C'de şoklanan grupların gelişim performanslarının ise birbirine yakın olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Başlangıç ağırlığı 2 gr olan balıkların aylık yem değerlendirme oranları

Aylar	Kontrol (9,6 °C)	15 °C	20 °C	25 °C
Haziran	0,7	0,5	0,6	0,7
Temmuz	0,8	0,5	0,7	0,8
Ağustos	0,9	0,9	1,0	0,9
Eylül	0,9	0,6	0,9	1,1
Ekim	1,1	0,7	0,9	1,2
Kasım	1,1	0,8	0,9	1,1
Aralık	1,2	0,8	1,0	1,2
Ocak	1,2	1,2	1,3	1,3
Şubat	1,3	1,2	1,3	1,3
Mart	1,4	1,3	1,4	1,2
Nisan	1,4	1,3	1,5	1,2
Mayıs	1,6	1,6	1,6	1,4
Haziran	1,6	1,7	1,7	1,4
Temmuz	1,7	1,8	1,8	1,7
Ağustos	1,9	1,7	1,8	1,9
Eylül	2,0	1,8	1,	2,1

2 gr'dan itibaren gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmasa da 15°C'de şoklanan grubun 11 ay boyunca (3. ve 8. ay dışında) yem değerlendirme oranları kontrol, 20 ve 25°C'de şoklanan grupların yem değerlendirme oranlarından daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3). 12. aydan itibaren ise 15°C'de balıkların

yem değerlendirme oranı 14. aya kadar artış göstermiştir. Buna karşın, 25°C’de balıkların yem değerlendirme oranı ise düşüş göstermiştir. 15. ve 16. aylarda ise 15 ve 20°C’de şoklanan grupların yem değerlendirme oranları azalırken, kontrol ve 25°C’de şoklanan grupların yem değerlendirme oranlarında ise bir artış olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Başlangıç ağırlığı 2 gr olan balıkların aylık spesifik gelişim oranları (%)

Aylar	Kontrol (9,6 °C)	15 °C	20 °C	25 °C
Haziran	2,1	2,7	2,3	2,2
Temmuz	3,1	3,7	3,6	3,1
Ağustos	3,8	3,9	3,8	3,7
Eylül	3,0	3,2	3,2	3,1
Ekim	1,8	2,3	1,9	1,7
Kasım	1,4	1,5	1,5	1,4
Aralık	1,0	1,1	1,1	1,0
Ocak	1,0	0,9	0,9	1,0
Şubat	0,8	0,7	0,7	0,8
Mart	0,8	0,5	0,7	0,7
Nisan	0,7	0,5	0,6	0,5
Mayıs	0,6	0,4	0,5	0,6
Haziran	0,5	0,4	0,5	0,5
Temmuz	0,4	0,4	0,4	0,4
Ağustos	0,2	0,4	0,4	0,1
Eylül	0,1	0,2	0,1	0,1

Gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmasa da 15 ve 20°C’de şoklanan grupların ilk 7 ay boyunca ki spesifik gelişim oranları, kontrol ve 25°C’de şoklanan grupların spesifik gelişim oranlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. 8. aydan 14. aya kadar 15°C’de şoklanan grubun spesifik gelişim oranı düşerken, kontrol ve 25°C’de şoklanan grupların spesifik gelişim oranları artmıştır. 15. ve 16. aylarda ise 15 ve 20°C’de şoklanan grupların spesifik gelişim oranları artarken, kontrol ve 25°C’de

şoklanan grupların spesifik gelişim oranlarında ise bir azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.5. Başlangıç ağırlığı 2 gr olan balıkların aylık mutlak gelişim oranları (gr)

Aylar	Kontrol (9,6 °C)	15 °C	20 °C	25 °C
Haziran	1,7	2,5	2,1	1,9
Temmuz	5,2	9,2	8,1	6,0
Ağustos	16,9	15,9	14,2	16,2
Eylül	35,4	46,7	44,3	40,8
Ekim	53,1	75,9	56,9	49,5
Kasım	56,0	89,7	72,6	65,5
Aralık	60,0	97,1	81,5	67,5
Ocak	110,3	107,5	89,5	94,0
Şubat	90,1	109,9	100,4	95,2
Mart	109,6	111,9	127,1	114,6
Nisan	126,8	115,0	127,8	101,9
Mayıs	136,0	115,8	130,0	146,9
Haziran	137,5	124,9	140,1	151,8
Temmuz	139,1	136,1	149,8	149,9
Ağustos	60,3	155,6	151,6	61,7
Eylül	54,2	101,5	63,4	50,0

9 ay (3. ve 8. ay hariç) boyunca 15°C’de şoklanan grubun mutlak gelişim oranı, kontrol, 20 ve 25°C’de şoklanan grupların mutlak gelişim oranından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. 10. ayda mutlak gelişim oranı 20°C’de diğer gruplara göre belirgin bir artış göstermiştir. 11. ayda 15 ve 25°C’de şoklanan balıkların mutlak gelişim oranları düşerken, kontrol, 20°C’de şoklanan grupların mutlak gelişim oranlarında artış gözlenmiştir. 15. ve 16. aylarda ise 15 ve 20°C’de şoklanan grupların mutlak gelişim oranları artmış, buna karşın kontrol ve 25°C’de ise mutlak gelişim

oranlarında bir düşüş meydana gelmiştir (Çizelge 4.5). Deneme grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Çizelge 4.6. Başlangıç ağırlığı 2 gr olan balıkların aylık nispi gelişim oranları (%)

Aylar	Kontrol (9,6 °C)	15 °C	20 °C	25 °C
Haziran	85,0	125,0	105,0	95,0
Temmuz	180,4	204,0	197,5	185,4
Ağustos	189,0	195,8	194,6	186,9
Eylül	137,2	161,5	167,8	156,3
Ekim	86,7	100,3	80,9	73,9
Kasım	48,9	59,2	56,8	56,2
Aralık	35,2	40,2	40,1	37,1
Ocak	47,8	31,7	31,7	37,06
Şubat	26,4	26,4	27,0	27,7
Mart	25,4	20,0	26,9	26,1
Nisan	23,4	17,2	21,3	18,4
Mayıs	20,3	14,7	17,8	22,4
Haziran	17,1	13,9	16,3	18,9
Temmuz	14,7	13,3	15,0	15,1
Ağustos	6,7	13,4	13,2	5,6
Eylül	5,5	7,7	4,8	4,1

İlk 7 ay boyunca 15 ve 20°C’de şoklanan grupların nispi gelişim oranları, kontrol ve 25°C’de şoklanan grupların nispi gelişim oranlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. 8. ayda ise kontrol ve 25°C’deki balıkların nispi gelişim oranlarında bir artış gözlenmiştir. 10. aydan 14. aya kadar 15°C’deki grubun nispi gelişim oranı düşerken, kontrol ve 25°C’de şoklanan grubun nispi gelişim oranlarında bir artış söz konusudur. 15. ve 16. aylarda ise 15 ve 20°C’de şoklanan grupların mutlak gelişim oranları artarken, kontrol ve 25°C’de ise nispi gelişim oranlarında bir düşüş söz

konusudur (Çizelge 4.6). Deneme grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

4.3. Deneme gruplarındaki balıkların biyokimyasal parametrelerindeki değişimlere ait bulgular

5. ve 17. aylarda balıklardan (her grup için 10 adet) alınan kan örneklerinde serum aspartat aminotransferaz (AST), alanin aminotransferaz (ALT), trigliserit, total kolesterol, HDL (yüksek yoğunluklu lipoprotein), LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein), VLDL (çok düşük yoğunluklu lipoprotein) değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.7 ve 4.8’de gösterilmiştir. 5. ayda balıklarda en yüksek (AST, trigliserit, total kolesterol, LDL ve VLDL) biyokimyasal değerler 25°C’lik şok uygulamasında, en yüksek HDL 15°C’lik şok uygulamasında, en yüksek ALT ise 20°C’lik şok uygulamasında elde edilmiştir. Buna karşın, en düşük biyokimyasal değerler (AST, ALT, trigliserit ve VLDL) 15°C’lik şok uygulamasında, en düşük total kolesterol, HDL ve LDL ise kontrol grubunda elde edilmiştir (Çizelge 4.7). Deneme grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Çizelge 4.7. 5. ayda balıkların biyokimyasal parametrelerindeki değişimler

	N	Kontrol	15 °C	20 °C	25 °C	Önem seviyesi
AST (IU/L)	10	573,5±259,6	485,7±116,3	539,0±117,1	646,6±168,0	ö.s
ALT (IU/L)	10	30,2±9,2	26,2±6,8	32,8±4,9	32,6±6,7	ö.s
Trigliserit	10	871,3±218,4	663,7±118,9	791,1±134,4	885,8±150,5	ö.s
T. Kolestrol	10	330,0±53,7	367,8±49,9	372,0±53,8	396,2±54,2	ö.s
HDL (mg/dl)	10	97,6±18,1	130,6±15,4	123,6±17,8	115,4±16,8	ö.s
LDL (mg/dl)	10	53,6±24,0	76,8±32,3	81,7±34,1	82,1±28,8	ö.s
VLDL (mg/dl)	10	174,3±43,8	132,7±23,9	158,3±26,8	177,2±30,1	ö.s

ö.s: Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0,05$)

Çizelge 4.8. 17. ayda balıkların biyokimyasal parametrelerindeki değişimler

	N	Kontrol	15 °C	20 °C	25 °C	Önem seviyesi
AST (IU/L)	10	366,0±106,3	247,8±118,0	311,6±129,8	399,4±101,5	ö.s
ALT (IU/L)	10	8,8±1,3	7,2±0,9	7,8±0,8	9,2±1,9	ö.s
Trigliserit	10	410,2±108,7	299,4±140,3	393,6±64,9	504,8±173,4	ö.s
T. Kolesterol	10	161,0±7,1	167,0±33,9	194,4±26,2	160,6±21,8	ö.s
HDL (mg/dl)	10	23,4±9,6	44,4±9,8	32,8±15,1	20,2±13,1	ö.s
LDL (mg/dl)	10	41,6±11,4	30,2±18,9	26,8±22,4	53,8±27,1	ö.s
VLDL (mg/dl)	10	82,0±21,7	78,6±12,9	90,2±27,8	101,0±35,0	ö.s

ö.s: Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0,05$)

17. ayda balıkların ovaryum ve gonad gelişiminin biyokimyasal parametreler üzerindeki etkisi Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek AST, ALT, trigliserit, LDL ve VLDL 25°C’de, en yüksek HDL 15°C’de, en yüksek total kolesterol ise 20°C’lik şoklamada elde edilmiştir. Buna karşın, en düşük AST, ALT, trigliserit ve VLDL 15°C’de, en düşük HDL ve total kolesterol 25°C’de, en düşük LDL ise 20°C’de belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Deneme grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

4.4. Deneme gruplarındaki balıkların enzim aktivitesindeki değişimlere ait bulgular

Deneme gruplarında, 5. ve 17. aylarda balıkların MDA, PON ve HDL seviyelerindeki değişimler Çizelge 4.9 ve 4.10’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. 5. ayda balıkların enzim aktivitesinde meydana gelen değişimler

	N	Kontrol	15 °C	20 °C	25 °C	Önem seviyesi
MDA (μmol/L)	10	17,0±2,5	15,5±4,1	21,5±5,2	35,6±6,2	ö.s
PON (U/mL)	10	79,0±12,0	106,3±30,3	100,6±21,8	92,5±29,4	ö.s
HDL (mg/dl)	10	97,6±18,1	130,6±15,4	123,6±17,8	115,4±16,8	ö.s
PON/HDL	10	0,810±0,02	0,814±0,03	0,814±0,02	0,802±0,03	ö.s

ö.s: Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (p>0,05)

5. ayda balıkların MDA, PON ve HDL seviyelerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek MDA seviyesi 25°C'de, en yüksek PON ve HDL seviyesi ise 15°C'lik şok uygulamasında elde edilmiştir. Buna karşın en düşük MDA seviyesi 15°C'de, en düşük PON ve HDL seviyeleri ise kontrol grubunda belirlenmiştir. Deneme grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (p>0,05).

Çizelge 4.10. 17. ayda balıkların enzim aktivitesinde meydana gelen değişimler

	N	Kontrol	15 °C	20 °C	25 °C	Önem seviyesi
MDA (μmol/L)	10	43,6±6,4	42,7±14,0	57,4±24,8	64,8±25,1	ö.s
PON (U/mL)	10	16,2±10,3	34,8±9,3	26,4±11,9	18,9±7,8	ö.s
HDL (mg/dl)	10	20,04±9,6	44,4±9,8	32,8±15,1	23,3±13,1	ö.s
PON/HDL	10	0,808±0,004	0,778±0,06	0,808±0,01	0,810±0,01	ö.s

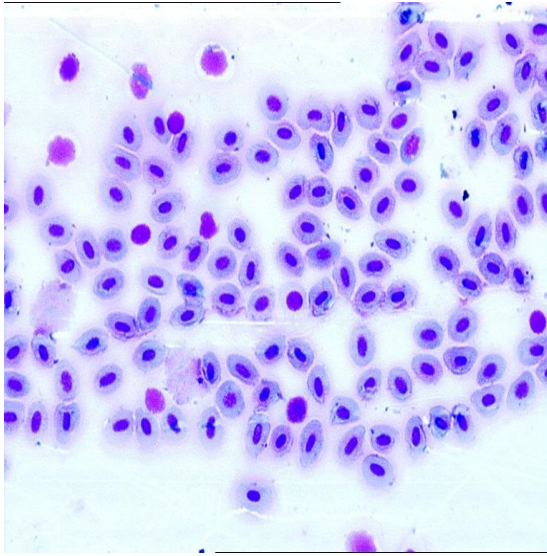
ö.s: Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (p>0,05)

17. ayda balıkların ovaryum ve gonad oluşumlarının MDA, PON ve HDL seviyeleri üzerindeki etkisi Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek MDA seviyesi 25°C'de, en yüksek PON ve HDL seviyeleri ise 15°C'lik şok uygulamasında elde edilmiştir. Buna karşın, en düşük MDA seviyesi 15°C'de, en düşük PON ve HDL seviyeleri ise kontrol grubunda belirlenmiştir. Deneme grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (p>0,05).

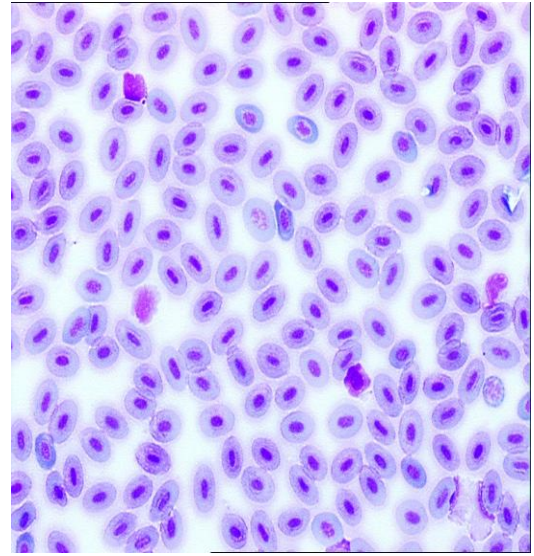
4.5. Diploid ve triploid balıklara ait bulgular

4.5.1. Deneme gruplarındaki balıkların hücre büyüklüklerinin belirlenmesine ait bulgular

Kontrol, 15, 20 ve 25°C'deki balıkların eritrosit hacimlerinin ortalamaları; kontrol grubunda $283 \pm 0,012^a$ MCV, 15°C'de $284 \pm 0,011^a$ MCV, 20°C'de $283 \pm 0,021^a$ MCV ve 25°C'de ise $284 \pm 0,032^a$ MCV olarak belirlenmiştir. Ancak 25°C'de şoklanan gruptaki iki balığın eritrosit hacimlerinin 305 MCV'lık bir değere sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2).



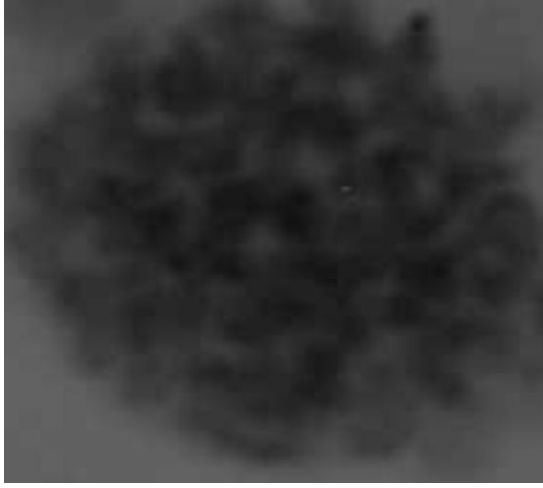
Şekil 4.1. Diploid balıkların eritrosit hacmi



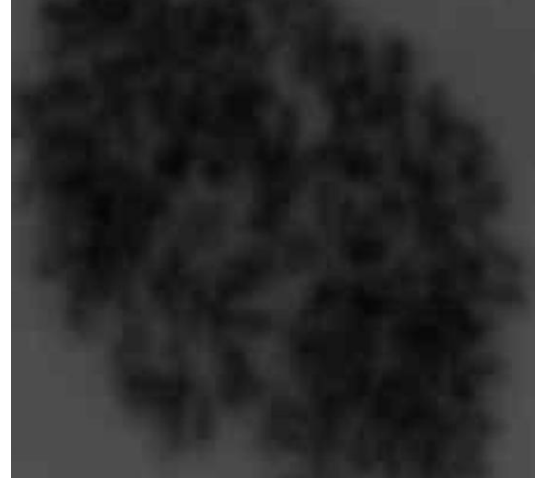
Şekil 4.2. Triploid balıkların eritrosit hacmi

4.5.2. Deneme gruplarındaki balıkların kromozom yapısına ait bulgular

Deneme gruplarının böbrek dokularından hazırlanan preparatlar ışık mikroskobu altında incelendikten sonra, 15 ve 20°C'de şoklanan balıkların tümünün diploid, 25°C'de şoklanan balıkların %20'sinin triploid %80'inin ise diploid olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4).



Şekil 4.3. Diploid balıkların kromozomu



Şekil 4.4. Triploid balıkların kromozomu

4.6. Deneme gruplarındaki balıkların hepatosomatik (HSI), gonadosomatik indeks (GSI) ve kondüsyon faktörüne (CF) ait bulgular

Büyütme periyodundan sonra deneme gruplarındaki balıklar öldürüldükten sonra (her grup için 10 adet) gonad, karaciğer, boy ve ağırlıkları alınarak hepatosomatik indeks (HSI), gonadosomatik indeks (GSI) ve kondüsyon faktörü (CF) hesaplanmış ve bu hesaplamalar sonucunda gruplar arasında meydana gelen değişimler belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Bu sonuçlara göre en yüksek hepatosomatik ve gonadosomatik indeks 15°C’de, en yüksek kondüsyon faktörü ise kontrol grubunda belirlenmiştir. Buna karşın, en düşük hepatosomatik indeks ve gonadosomatik indeks kontrol grubunda, en düşük kondüsyon faktörü ise 15°C’lik şok uygulamasında elde edilmiştir. Deneme grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

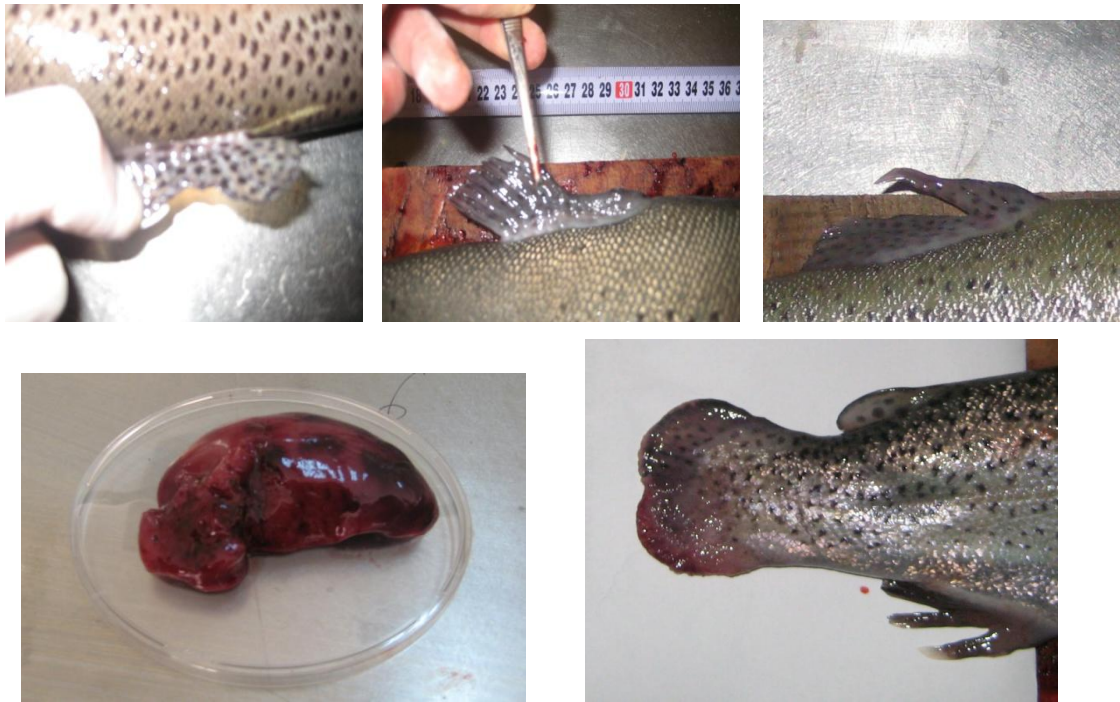
Çizelge 4.11. Deneme gruplarındaki balıkların HSI, GSI ve CF'ne ait değişimler

	Kontrol	15 °C	20 °C	25 °C	N	Önem seviyesi
HSI	1,20±0,1	1,55±0,1	1,49±0,2	1,38±0,1	10	ö.s
GSI	4,08±3,2	6,01±4,4	5,58±3,3	4,80±4,3	10	ö.s
CF	1,42±0,5	1,37±0,1	1,39±0,1	1,41±0,2	10	ö.s

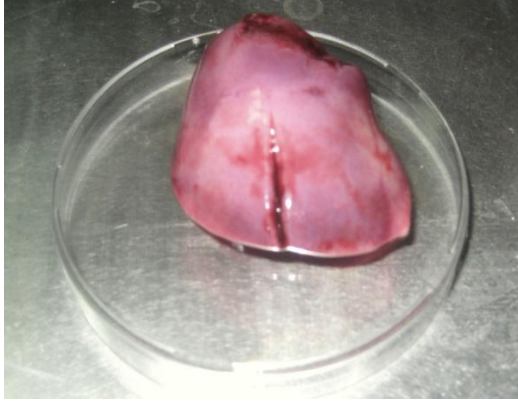
ö.s: Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0,05$)

4.7. Sıcak şoklamanın balıklarda meydana getirdiği anatomik bozukluklar

Büyütme periyodu boyunca kontrol grubu ve 15°C ve 20°C'de şoklanan balıklarda herhangi bir anatomik bozukluk gözlenmezken (Şekil 4.6), 25°C'de şoklanan bazı balıklarda karaciğer, kuyruk yüzgeci, dorsal ve anal yüzgeçte bazı anatomik bozukluklar gözlenmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. 25°C'deki bazı balıklarda karaciğer, kuyruk yüzgeci, dorsal ve anal yüzgeçte gözlenen anatomik bozukluklar



Şekil 4.6. Kontrol, 15 ve 20°C'deki balıkların karaciğer, kuyruk yüzgeci ve anal yüzgeci

4.8. Diploid ve triploid balıkların ovaryum ve gonadlarındaki anatomik farklılıklara ait bulgular

Triploid ve diploid balıkların ovaryum ve gonadlarının anatomik yapıları Şekil 4.7, 4.8, 4.9, ve 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Triploid balıklarda gelişen ovaryum



Şekil 4.8. Triploid balıklarda gelişmemiş ovaryum



Şekil 4.9. Diploid balıklarda gelişmiş testis



Şekil 4.10. Diploid balıklarda gelişmiş ovaryum

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, farklı sıcaklıklarda şok uygulamalarının gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) yumurtalarında yaşama, büyüme, triploidlik, biyokimyasal parametreler ve enzim aktivitesi üzerine etkisi araştırılmıştır.

Sıcak şok uygulaması triploid üretmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntem olsada balıkların büyümesi üzerinde önemli bir etkisi olduğu da bilinmektedir. Bu yüzden balık yumurtalarına uygulanacak olan sıcak şoklamanın triploid birey elde etmede balıkların optimum gelişim sıcaklığıyla orantılı olup olmadığının bilinmesi gerekmektedir. Eğer yumurtalara uygulanan sıcak şoklama ile optimum gelişim sağlanabilirse, yem ve zamandan tasarruf edilerek balıkların hızlı bir şekilde pazar boyuna gelmesi mümkün olacaktır.

Araştırmamızda, yumurtaların embriyo, göz lekeli, keseli dönem ve ilk yem alımına kadar ki yaşama oranları sıcak şok artışına paralel olarak azalmıştır. Bazı araştırmacılar yaptıkları çalışmalarında şok düzeyindeki artışın yumurtaların embriyo döneminden ilk yem alma dönemine kadar ki yaşama oranlarını azalttığını belirlemişlerdir (Solar *et al.* 1984; Lou and Purdom 1984; Doğanekaya 2004). Araştırmamızda, yumurtaların embriyo döneminden ilk yem alma dönemine kadar ki yaşama oranları Solar (1984) ve Lou and Purdom (1984)'un sonuçlarıyla paralellik göstermiş (Çizelge 4.1), ancak Doğanekaya (2004)'nın sonuçlarından daha yüksek bir yaşama oranı elde edilmiştir. Embriyo döneminden ilk yem alma dönemine kadar ki yaşama oranlarının yüksek olması şoklama süresi, yöntem, yumurta ve sperm kalitesinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Doğanekaya 2004).

2 gr'dan itibaren gelişim açısından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmasa da 15 ve 20°C'de şoklanan grupların gelişim performansının kontrol ve 25°C'de şoklanan grupların gelişim performansından daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Kontrol ve 25°C'de şoklanan grupların gelişim performanslarının ise

deneme boyunca birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. 25°C’de şoklanan grubun gelişim performansının düşük olmasında triploid balıkların etkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü aynı ortamda yetiştirilen diploid bireylerin triploid bireylere göre daha hızlı büyüdüğü, yem saldırganlıklarının daha fazla olduğu bilinmektedir (Purdom 1993). Bu yüzden, 25°C’deki diploid balıkların triploid balıklara göre daha baskın olması gelişim performansını etkilemiştir. Sıcak şoklamanın diploid bireylerin gelişimi üzerinde bir etkisinin olup olmadığı ile ilgili mevcut bir bilgi bulunmamaktadır. Oysa gökkuşağı alabalığının gelişimi üzerine yapılan bir çalışmada çevresel koşulların (su özellikleri, sıcaklık, pH, sertlik vb) yanı sıra balıklara verilen yemin ve yavru kalitesinde büyüme süresini ve gelişimini doğrudan etkilediğini bildirmiştir (Memiş ve Gün 2004).

Gökkuşağı alabalıklarının 0,31 gr ağırlıktan 5,3 gr ağırlığa 100 günlük bir büyütme periyodu sonucunda ulaştığı bildirilmiştir (Öztürk 1998). Diploid gökkuşağı alabalığı yavrularının beşinci ayında ortalama canlı ağırlık artışı 355 gr, günlük canlı ağırlık artışı ise 0,78 g olarak tespit edilmiştir (Güner ve Özden 1997). Ünlü (2004), gökkuşağı alabalığının büyüme performansını değerlendirdiği çalışmasında, 1,35 gr yavruların 173,6 gr’a 264 günde (8,8 ayda) ulaştığını bildirmiştir. Büyüme performansının araştırıldığı başka bir çalışmada ise, başlangıç ağırlığı 45 gr olan kaynak alabalıklarının 8 ay sonunda 266 gr ağırlığa ulaştığı bildirilmiştir (O’Keefe and Benfey 1999). Başlangıç ağırlığı 174 gr olan gökkuşağı alabalıklarının 390 gün sonunda 1218 gr ağırlığa ulaştığı kaydedilmiştir (Memiş ve Gün 2004). Düşük su sıcaklığında gökkuşağı alabalıklarının gelişim performansının araştırıldığı bir çalışmada, başlangıç ağırlığı 1,54 gr olan balıkların 140 gün sonunda 20,2 gr ağırlığa ulaştığı bildirilmiştir (Yanık *et al.* 2002). Araştırmamız, literatürlerde belirlenen değerlerle karşılaştırıldığında tüm grupların oldukça iyi bir gelişim performansı gösterdiği belirlenmiştir. Bu durumda, şoklamanın yanı sıra yumurta ve sperm kalitesinin de etkili olduğu düşünülmektedir.

2gr’dan itibaren yem değerlendirme oranları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmasa da 15°C’de şoklanan grubun genel olarak yem değerlendirme oranı diğer gruplardan düşük belirlenmiştir. Gruplar arasında dönemsel

artış ve azalışların cinsi olgunlukla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Tüm grupların cinsi olgunluğa ulaşmasıyla birlikte 15 ve 20°C’de şoklanan gruplar yemden kazandığı enerjiyi hem büyümeye hemde yumurta ve gonad üretimine harcayarak düzenli bir gelişim performansı gösterdiği söylenebilir. 25°C’de şoklanan grubun cinsi olgunluk dönemine girmesiyle (10. ve 14. aylar) yem değerlendirme oranı diğer grupların yem değerlendirme oranlarından daha düşük bulunmuş, buna karşın 15. ve 16. aylarda yem değerlendirme oranlarında tekrar bir artış meydana gelmiştir. Bu artış çoğunluğu diploid olan balıkların yemden kazandığı enerjiyi gonad ve ovaryum üretimine harcamasından kaynaklanabilir. Düşük su sıcaklığında gökkuşağı alabalıklarının yem değerlendirme oranının araştırıldığı bir çalışmada, 140 günlük büyütme periyodundan sonra gökkuşağı alabalıklarının yem değerlendirme oranını 1,63 olarak tespit edilmiştir (Yanık *et al.* 2002). O’Keefe ve Benfey (1999) diploid ve diploid+triploid kaynak alabalıklarının yem değerlendirme oranlarını sırasıyla 0,92 ve 0,89 olarak belirlemişlerdir. Dere, gökkuşağı ve kaynak alabalıklarının büyümesi üzerine yapılan bir çalışmada ise yem değerlendirme oranları sırasıyla 1,99, 1,36 ve 1,43 olarak tespit edilmiştir (Kocaman *et al.* 2009). Güner *et al.* (2005), diploid gökkuşağı alabalıklarının yem değerlendirme oranının 1,19 olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızda elde ettiğimiz bulgular pazarlama boyu dikkate alındığında Güner *et al.* (2005) ve Bear (2005) bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Spesifik gelişim oranı, balıklarda gelişim hızının belirlenmesi açısından önemlidir. Spesifik gelişim oranları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmasa da 15 ve 20°C’de şoklanan grupların ilk 7 ay boyunca spesifik gelişim oranlarının, kontrol ve 25°C’de şoklanan grupların spesifik gelişim oranlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. 8. aydan 14. aya kadar 15°C’de şoklanan grubun spesifik gelişim oranı düşerken, kontrol ve 25°C’de şoklanan grupların spesifik gelişim oranları artmıştır. Bu farklılıkta balık büyüklüğünün etkili olabileceği düşünülmektedir. Çünkü balık büyüdükçe spesifik gelişim oranı da düşmektedir (Çizelge 4.4). Gruplar arasında spesifik gelişim oranlarındaki farklılık, şoklamaya bağlı olarak grupların cinsi olgunluk dönemlerindeki farklılıktan yada gelişim farklılığından kaynaklanmaktadır. Spesifik gelişim oranına çevresel koşulların (su kalitesi, sıcaklık, pH vb), stok yoğunluğunun ve

beslemenin etkili olduğu çalışmalar bulunmaktadır (O'Keefe and Benfey 1999; Yanık *et al.* 2002; Güner *et al.* 2005; Kocaman *et al.* 2009). Pazarlama boyu dikkate alındığında, tüm muamele gruplarımızın daha iyi bir spesifik gelişim oranına sahip olduğu görülmektedir.

15 yada 20°C'de şoklanan grupların mutlak gelişim oranları kontrol ve 25°C'de şoklanan gruplardan daha yüksek olsada mutlak gelişim oranları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. 11. aydan itibaren 15°C'de şoklanan balıkların mutlak gelişim oranları düşerken, kontrol, 20 ve 25°C'de şoklanan gruplarda bir artış gözlenmiştir. Bu durum balıkların cinsi olgunluk dönemine girmelerinden kaynaklanmaktadır. 25°C'de şoklanan grupta ki mutlak gelişimin artması ise triploid balıkların gelişim düzeyinin artmasından ileri gelmektedir. Tüm grupların olgunlaşma dönemine girmesine rağmen 15 ve 20°C'de şoklanan balıkların diğ er gruplardan daha iyi bir mutlak gelişim oranlarına sahip olduğu Çizelge 4.5'ten anlaşılmaktadır. Araştırmamızda tüm grupların daha iyi bir mutlak gelişim oranına sahip olduğu görülmektedir. Bu durum Güner (2005) ile paralellik göstermektedir.

Gruplar arasında nispi gelişim oranları, 15 ve 20°C'de şoklanan gruplarda daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.6). Gruplar arasında nispi gelişim oranlarındaki farklılık sıcak şoklamaya bağı lı olarak yada cinsi olgunlaşma süreleriyle ilişkili olabilir. Gruplar arasında nispi gelişim oranları açısından istatistiki olarak önemli bir fark kaydedilmemiştir.

Araştırmamızda, grupların gelişim düzeyleri 15 ve 20°C'de şoklanan balıklarda daha yüksek bulunmuştur. Bu durum yüksek gelişim için 15 ve 20°C'de şoklamaların ideal olabileceğı kanaatini uyandırmaktadır. Tüm gelişim parametrelerinde (canlı ağırlık, spesifik gelişim, mutlak gelişim ve nispi gelişim) en iyi sonuçlar 15 ve 20°C'deki şoklamalardan elde edilmiştir. Bu yüzden, optimum şoklama sıcaklığının gökkuşağı alabalıkları için 15 ve 20°C'ler arasında olabileceğı söylenebilir.

Balıkların serum AST ve ALT değ erleri şoklama sıcaklığıyla paralel olarak artış

göstermiştir. Bu artış 17. ayda balıkların olgunlaşma dönemine girmesiyle de değişmemiştir (Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8). En düşük AST ve ALT değerleri 15°C'lik şok uygulamasında elde edilirken, en yüksek AST değerleri ise kontrol, 20 ve 25°C'lik şok uygulamasında elde edilmiştir. Serum AST ve ALT seviyesi Banaee *et al.* (2011) ve Özbey *et al.* (2004)'in bulgularına zıt olarak bulunmuştur. Gruplar arasında serum AST ve ALT değerleri açısından istatistiki olarak önemli bir fark kaydedilmemiştir.

Trigliseritler, gliserolün yağ asiti esterleri olarak bilinir ve birden fazla yağ asiti bileşiğinin bünyesinde yer alır (Laker 1996). Muamele gruplarımız için belirlenen trigliserit seviyeleri Çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiş ve gruplar arasında istatistiki olarak bir fark belirlenmemiştir. Bulgularımız, Çakıcı (1999), Aydın *et al.* (2000) ve Özbey *et al.* (2004)'le paralellik göstermektedir (Çizelge 4.7, 4.8).

Kolesterol, ya serbest halde ya da esterleşmiş şekilde kanda bulunan bir steroldür (Laker 1996). Aynı ya da farklı balık türleriyle yapılan çalışmalarda bile farklılık gösterebilmektedir. Atamanalp ve Solak (2004), Erzurum'un üç farklı (Oltu, Pasinler ve Tortum) ilçesinde gökkuşağı alabalıklarının total kolesterol seviyesini belirlemek için yaptıkları bir çalışmada; total kolesterol seviyelerini sırasıyla 470,0, 339,6 ve 240,2 mg/dl olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalarda kan kolestrol seviyeleri *Ctenopharyngodon idella* için 10,2 mg/g (Shakoori *et al.* 1996), 10,6 mg/g (Mughal *et al.* 1993) *Heteropneustes fossilis* için 340,9 mg/100ml (Srivastava *et al.* 1995); *Cyprinus carpio* için 173 mg/100ml (Shimeno *et al.* 1997) *Leuciscus cephalus* için ise 420 mg/dl olarak belirlenmiştir (Haşiloğlu *et al.* 2002). Sonuçlarımız bu literatüre oranla daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.7). Ancak gruplar arasında total kolesterol değerleri açısından istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır. 5. ve 17. ayda, en düşük total kolesterol değerleri 15°C'lik şok uygulamasında elde edilirken, en yüksek total kolesterol değerleri ise 25°C'lik şok uygulamasında elde edilmiştir. 17. aydaki balıkların total kolesterol değerinin ise daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Özbey *et al.* (2004), *Coturnix coturnix japonica*'nın kan parametreleri üzerine yüksek sıcaklığın etkisini araştırmış ve bu araştırma sonucunda total kolesterol değerlerini 18-24°C (kontrol) için 212,0 mg/dl, 35°C içinse 219,0 mg/dl olarak belirlemişlerdir. Total

kolesterol değerlerinin farklı olmasında, cinsi olgunluğa ulaşmaları, su özellikleri, beslenme, ortam farklılığı, balık büyüklüğü, tür farklılığı ve yöntemden kaynaklanabilir..

Plazma lipitler, LDL ve HDL olarak vücutta dolaşır. Plazma lipit seviyeleri üzerine yapılan çalışmalarda aynı türlerde bile çok yüksek değerlere ulaşılabilceği belirlenmiştir. Pasifik salmonlarında 2000mg/dl ve olgunlaşmış alabalıklarda ise yaklaşık 1800mg/dl olduğu bildirilmiştir (Leger 1985; Atamanalp ve Solak 2004). Araştırmamızda, 5. ayda ki balıkların serum HDL değerleri, 17. ayda ki balıkların serum HDL değerlerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8). 17. ayda serum HDL değerlerinin düşmesi muhtemelen gruplarda olgunlaşmaya bağlı olarak metabolizmanın yavaşlamasından kaynaklanmaktadır. 5. ve 17. ayda, en düşük HDL değerleri kontrol ve 25°C'lik şok uygulamasında elde edilirken, en yüksek HDL değerleri ise 15°C'lik şok uygulamasında elde edilmiştir. Fakat bu farklılık gruplar arasında istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

LDL, kolestrol sentezini yeniden düzenlemek ve periferik dokulara kolestrol taşınımını sağlamakla görevli bir lipoproteindir. Aynı tür içinde bile farklı LDL değerlerine ulaşılabilmektedir. Yapılan çalışmalarda alabalıklarda serum LDL değerinin 193,0-392,0 mg/100 ml arasında değiştiği bildirilmiştir (Leger 1985; Atamanalp *et al.* 2003; Atamanalp ve Solak 2004). Çizelge 4.7'den anlaşılabileceği üzere, 5. aydaki balıkların serum LDL değerleri 17. aydaki balıkların serum LDL değerlerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.8). Bu durum gruplarda olgunlaşmaya bağlı olarak kanın dokulara taşınımının yavaşlamasından kaynaklanabilir. 5. ve 17. ayda, en düşük LDL değeri 15 ve 20°C'lik şok uygulamasında elde edilirken, en yüksek LDL değerleri ise kontrol ve 25°C'lik şok uygulamasında elde edilmesine rağmen gruplar arasında istatistiki olarak önemli bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir. VLDL değerleri açısından gruplar arasında istatistiki bir fark belirlenmemesine rağmen 5. aydaki balıkların serum VLDL değerleri 17. ayda ki balıkların serum VLDL değerlerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8). Bu durum şoklamanın yanı sıra metabolizma hızından kaynaklanmaktadır. Gruplar arasında serum VLDL değerleri açısından

istatistikî olarak önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir.

Balıklar ve memelilerdeki antioksidan mekanizmaların tümü ya aşırı reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşumunu önlemek yada stres koşullarını yenmek içindir. Balık ve memelilerdeki savunma mekanizmalarının zayıflaması, canlıları ROS toksisitesine ve oksidatif strese karşı daha hassas yapan toksik bir etki oluşturabilmektedir. Bu etkinin derecesi genelde MDA seviyesi ile belirlenir. Balıklar tarafından oksidatif strese karşı oluşturulan tepkiler balığın vücudundaki antioksidan miktarları kadar tür, habitat ve beslenme davranışları ile ilişkili olarak da değişiklik gösterebilmektedir (Ahmad *et al.* 2000; Cheung *et al.* 2001). Araştırmamızda, 5. aydaki balıkların MDA seviyeleri 17. aydaki balıkların MDA seviyelerine göre daha düşük bulunmuştur. 5. ayda balıkların MDA seviyesinin düşük olması, serum paraoksonaz (PON) aktivitesinin yüksek olmasıyla açıklanabilir. Karataş ve Kocaman (2012), PON aktivitesi yüksek olan balıklarda MDA seviyesinin daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda, PON enzim aktivitesinin optimum sıcaklığını gökkuşağı alabalıkları için 15-20°C arasında belirledik. Bu durumda HDL düzeyinin yüksek olmasıda etkilidir. Çünkü PON enzimi dolaşımda HDL partikülleri içinde bulunan bir enzimdir. HDL sentezindeki artış doğrudan PON konsantrasyonunun artışına ve sonuçta aktivitenin artışına sebep olmaktadır (Karakoç 2008). Çalışmamızda, gruplar arasında PON enzim aktivite değerleri açısından istatistiki olarak önemli bir farkın olmadığı görülmüştür.

Balıkların ploidi seviyesinin eritrosit büyüklüğü ile ortaya koyulabileceği bildirilmiştir (Beck and Biggers 1983). Yapılan bir çalışmada, triploid balıkların eritrosit hacimlerinin diploid balıklara göre 1,16 kat daha büyük olduğu belirlenmiştir (Kankaya 1998). Kanal yayın balığı ile yapılan bir çalışmada, triploid balıkların nükleus uzunluklarının diploidlerden 1,5 kat daha büyük olduğu bildirilmiştir (Qin *et al.* 1998). 25°C'deki sonuçlarımız literatürlerle paralellik göstermektedir. Kontrol, 15 ve 20 °C'deki balıkların eritrosit hacimleri daha düşük bulunmuştur. Bu da gruplardaki balıkların diploid olmalarından kaynaklanmaktadır. Yine gruplar arasında eritrosit hacim değerleri açısından istatistiki olarak önemli bir fark belirlenmemiştir.

Lou ve Purdom (1984), yumurtalar döllendikten 40 dakika sonra 10 dakika süreyle 28°C'lik sıcak şok uygulamış ve %80-%90 oranında triploidlik sağlandığını bildirmiştir. Yapılan bir başka çalışmada ise, yumurtalar döldedikten 15 ve 25 dakika sonra 15 dakika boyunca 26,5°C'lik sıcak şok uygulamasında sırasıyla %73,4 ve %78,6 oranında triploidlik gösterdiği bildirilmiştir (Diaz *et al.* 1993). Araştırmamızda, 25°C'deki grupta %20 oranında triploidlik elde edilmiş, fakat gruplar arası fark önemsiz bulunmuştur. Triploidlik özellikle doğal popülasyonlar üzerindeki etkinin azaltılması ve olgunlaşma döneminde balıkların et kalitesinde meydana gelen olumsuzluğun önlemesi için üretilmektedir (Kapusinski and Hallerman 1990). Elde ettiğimiz sonuçlar Solar *et al.* (1984)'ın bulgularıyla uyumlu iken, Lou and Purdom (1984), Doğankaya (2004) ve Diaz (1993)'ın bulgularından daha düşük bir triploid oranı elde edilmiştir. Triploid oranının düşük olması şoklama süresi ve şoklamanın döllenmenin hemen ardından yapılmış olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü birçok araştırmacı triploidliğin yumurtaların döllenmesinden sonraki 10-40 dakika arasında oluşturulduğunu bildirmiştir (Solar *et al.* 1984; Öztürk 1998; Doğankaya 2004).

2 gr'dan itibaren gruplar arasında hepatosomatik ve gonadosomatik indeks parametreleri açısından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmasa da 15 ve 20°C'de şoklanan grupların hepatosomatik ve gonadosomatik indeksleri kontrol ve 25°C'de şoklanan gruplardan daha yüksek bulunmuştur. Gruplar arasındaki bu farklılık balık büyüklüğüyle ilişkili olabilir. Çünkü 15 ve 20°C'de şoklanan grupların ortalama ağırlığı kontrol ve 25°C'deki balıkların ortalama ağırlığından daha yüksektir (Çizelge 4.11). 25°C'de şoklanan gruptaki triploid balıkların ovaryum ağırlığının düşük olması ve triploid balıkların diploid balıkların baskısından dolayı yavaş büyümesi hepatosomatik ve gonadosomatik indeksin bu grupta düşmesine neden olmuştur.

Çevre koşullarının aynı olduğu stoklardaki cinsi olgunluk, zaman ve süresinin belirlenmesinde, canlıların beslenme aktivitesindeki aylık, yıllık ve mevsimsel değişimlerin izlenmesinde kondüsyon faktöründen yararlanılır (Miranda *et al.* 2001). Ünlü (2004), triploid ve diploid gökkuşağı alabalıklarının kondüsyon faktörlerini 264 günlük deneme periyodu sonunda sırasıyla 1,38 ve 1,33 olarak belirlemiştir.

Araştırmamızda, 15 ve 20°C'deki olgunlaşan grupların kondüsyon faktörleri, kontrol ve 25 °C'deki gruplara göre daha düşük olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Bu durum 15 ve 20°C'deki grupların daha iyi bir gelişim performansı göstermesinden kaynaklanmaktadır. 25 °C'deki grupta diploid balıkların triploidlere göre baskın olma durumu ve büyümesinin hızlı olması da kondüsyon faktörünün artmasına neden olmuştur. Yine gruplar arasında kondüsyon indeksleri açısından istatistiki olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, araştırmamızda gökkuşağı alabalıklarında döllenmeyi takiben farklı sıcaklık şoku uygulamalarında yaşama, büyüme, biyokimyasal parametreler ve enzim aktivitesi açısından 15°C'de şoklanan balıklarda, kontrol, 20 ve 25°C'ye göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu bağlamda tez çalışmamızda uyguladığımız 15°C'lik şoklama ile su ürünleri yetiştiriciliği açısından yemden ve zamandan büyük ölçüde tasarruf edilerek balıkların hızlı bir şekilde olgunlaşması sağlanmıştır. Balıkların hastalıklar ve oksidatif strese karşı savunma mekanizmalarını oluşturan PON ve HDL seviyeleri de 15°C'lik şoklamayla maksimum düzeye çıkmış, bununla beraber karaciğerde meydana gelen deformasyonların da önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir.

Pratik ve ucuz bir yöntem olan sıcak şoklama ile diploid balıklarda yüksek yaşama oranı ve gelişimi için uygun değerlerin tespit edilebilmesinde şok zamanı ve süresi ile ilgili çalışmalara ihtiyaç vardır. Diploid balıklarda optimum gelişim için optimum şok sıcaklığı ve süresi belirlenebilirse yem ve zamandan tasarruf sağlanabilir. Bu çalışma ile gökkuşağı alabalığı üretimine yönelik olarak yapılacak araştırmalara bir katkı sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Ahmad, I., Hamid, T., Fatima, M., Chand, H.S., Jain, S. K., Athar, M., Raisuddin, S., 2000. Induction of Hepatic Antioxidants in Freshwater Catfish (*Channa punctatus* Bloch) is a Biomarker of Paper Mill Effluent Exposure. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1523: 37–48.
- Al~sabtı, K., 1984. Using the in vitro colchicine treatment for the chromosome studies of the Rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and the grayling (*Thymallus thymallus*). *Ichthyologia*, Vol. 16, No. 1-2: 17-22.
- Aldridge, W.N., 1953. Serum esterases. 2. An enzyme hydrolysing diethyl p-nitrophenyl phosphate (E 600) and its identity with the A-esterase of mammalian sera. *Biochemical Journal* 53, 117–124.
- Aldridge, W.N., Hoskin, F.C.G., Reiner, E., 1989. Suggestions for a nomenclature and classification of enzymes hydrolysing organophosphorus compounds. In: Reiner, E., Aldridge, W.N., Hoskin, F.C.G. (Eds.), *Enzymes Hydrolysing Organophosphorus Compounds*. Ellis Horwood, Chichester, pp. 246–253.
- Allen, S.K., and Stanley, J.G., 1979. Ploidy of Hybrid Grass Carp x Bighead Carp Determined by flow Cytometry, *Transactions of the American Fisheries Society*, Vol 112 pp 431-435.
- Alkinson, J. and Judd, F.W., 1978. Comparative haematology of *Lepomis microlophus* and *Chiclasoma cyanoguttatum*, *Copeia*, 12: 230-237.
- Ames, B.N., Shigenaga, M.K., Hagen, T.M., 1993. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90, 7915-7922.
- Anonim, 2008. Su Ürünleri İstatistikleri, Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları.
- Anonim, 2010. Su Ürünleri İstatistikleri, Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları.
- Arai, R., Suzuki, A. and Akai, Y., 1988. A karyotype of a Chinese bitterling, *Paraheilognathus himantegus* (Cypriniformes, Cyprinidae). *Bull. Nat. Sci. Mus., Tokyo, Ser. A*, 14(1), pp.43-46.
- Asztalos, B., Nemcsok, J., Benedeczky, I., Gabriel, R., Szabo, A., and Refaie, O.J., 1990. The effects of pesticides on some biochemical parameters of carp (*Cyprinus carpio*). *Arch. Environ. Toxicol.* 19, p 275-282.
- Atamanalp, M., Kocaman, E.S., ve Aras, M.S., 1996. Farklı yaşlardaki gökkuşak alabalığı dişilerinin yumurta verimleri ve aynı yaştaki erkek balık sperması ile döllenmesi. Bazı üreme özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması. IV U. N Tarım ve hayvancılık kongresi 25-27 eylül 1996, Bursa.
- Atamanalp, M., Yılmaz, M., Haliloğlu, H. I., 2003. Comparing serum cholesterol types and levels of three trout species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario* and *Oncorhynchus mykiss*). *J. Appl. Anim. Res.* 23, 223-226.
- Atamanalp, M. and Solak, K., 2004. Üç Farklı Çiftlikte Yetiştirilen Gökkuşak Alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792)'nın Toplam Kolesterol ve Kolesterol Tiplerinin Karşılaştırılması. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 41-48
- Atay, D., 1987. İçsu Balıkları ve Üretim Tekniği. Ankara Ün. Ziraat Fak. Yayınları, 467, Ankara.
- Atay, D., Bekcan, S., 2000. Deniz Balıkları ve Üretim Tekniği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara; 396 s.

- Atay, D., Bekcan, S., Ölmez, M. ve Atar, H.H., 2000a. Farklı sıcaklık şoku uygulamalarının ginogenetik gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1972) erken hayat evrelerine etkisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi. Cilt:6, Sayı:4, Sayfa: 16-20.
- Atay, D., Bekcan, S., Ölmez, M. ve Atar, H.H., 2000b. Farklı basınç şoku uygulamalarının ginogenetik gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) erken hayat evrelerine etkisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi. Cilt:6, Sayı:3, Sayfa: 20-26.
- Aviram, M., Rosenblat, M., Scott, B., Erogul, J., Sorenson, R., Bisgaier, C.I., Newton, R.S., La Du, B., 1999. Human serum paraoxonase (PON 1) is inactivated by oxidized low density lipoprotein and preserved by antioxidants. Free Rad Biol & Med. 26: 892-904.
- Aydın, S., Gültepe, N., Yıldız, N., 2000. Natural ve Experimental Infections of *Campylobacter cryaerophila* in Rainbow Trout: Gross Pathology, Bacteriology, Clinical Pathology and Chemotheraphy, Fish Pathology, 35(3),117-123.
- Aziz, F., Amin, M. and Shakoori, A.R., 1993. Toxic effects of cadmium chloride on the haematology of fish, *Tilapia mossambica*. *Proc.Pakistan Congr. Zool.*, 13, 141-154.
- Banaee, M., Sureda, A., Mirvaghefi, A.R., Ahmadi, K., 2011. Effects of diazinon on biochemical parameters of blood in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Pesticide Biochemistry and Physiology.,99 1-6
- Bayrak, T., Bayrak, A., Demirpençe, E., Kılınç, K., 2005. Yeni bir kardiovasküler belirteç adayı: paraoksonaz. Hacettepe Tıp Dergisi. 36: 147-151.
- Bear, E.A., 2005. Effects Of Temperature On Survival And Growth Of Westslope Cutthroat Trout And Rainbow Trout: Implications For Conservation And Restoration. Montana State University Bozeman, Mt. Master thesis.
- Beck, M.L. and Biggers, C.J., 1983. Erythrocyte measurements of diploid and triploid *Ctenopharyngodon idella* X *Hypophthalmichthys nobilis* hybrids. J. Fish Biol. 22: 497-502.
- Benfey, T.J., Bosa, P.G., Richardson, N.L. and Donaldson, E.M., 1981. Effectiveness of a commercial-scale pressure shocking device for producing triploid salmonids. Aquacultural Engineering, 7: 147-154.
- Bircan, R., 1981. Erzurum Yöresindeki bir Artezyen Suyunda Entansif Olarak Yetiştirilen Gökkuşağı Alabalığının Büyüme Hızı ve Yemden Yararlanmasına, Yemleme Sayısı ve Yem Düzeyinin Etki. Doktora Tezi, Erzurum.
- Blaxhall, P. C. and Daisley, K. W., 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. *J. Fish Biol.*, 5, 771-781
- Bonnet, S., Haffray, P., Blanc, J. M., Valle'e, F., Vauchez, C., Faure', A., Fauconneau, B., 1998. Genetic variation in growth parameters until commercial size in diploid and triploid freshwater rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and seawater brown trout (*Salmo trutta*). Aquaculture 173; 359-375.
- Brett, J.R., Shelbourn, J.E. and Shoop, C., T.1969. Growth rate and body composition of fingerling sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to temperature and ration size. Journal of the Fisheries Research Board of Canada; 26:2363-2394.
- Brett, J.R., W.C. Clarke, and J. E. Shelbourn., 1982. Experiments on thermal requirements for growth and food conversion efficiency of juvenile chinook

- salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. Canada Fisheries and Marine Service Technical Report 1127.
- Bricknell, I.R., Bowden, T.J., Bruno, D.W., MacLachlan, P., Johnstone, R. and Ellis, A.E., 1999. Susceptibility of atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* (L) to infection with typical and atypical *Aeromonas salmonicida*. *Aquaculture*, 175, 1-13.
- Bye, V, and Lincoln, R.F., 1986. Commercial methods for the control of sexual maturation in rainbow trout (*Salmo gairdneri* R). *aquaculture*, 57:299-309.
- Cherfas, N.B. 1966. Natural triploidy of females of the unisexual form of the silver carp (Gold fish). *Genetica*. 5:16-24.
- Cherfas, N.B., Kozinsky, O., Rothbard, S., and Hulata, G., 1990. Induce diploid gynogenesis and triploidy in ornamental (KOI) carp, *Cyprinus carpio* 1. Experiments on the timing of temperature shock. *The Israeli J. Aquaculture: Bamidgeh*, 42(1): 3-6.
- Cheung, C.C.C., Zheng, G. J., LI, A.M.Y., Richardson, B.J., Lam, P.K.S., 2001. Relationships Between Tissue Concentrations of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Antioxidative Responses of Marine Mussels, *Perna viridis*. *Aquatic Toxicology*, 52: 189-203.
- Chourrout, D., 1980. Thermal induction of diploid gynogenesis and triploidy in the eggs of the rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). *Reprod. Nutr. Dev.*, 20: 727-733.
- Chourrout, D. and Quillet, E., 1982. Induced gynogenesis in the rainbow trout: sex and survival of progenies. Production of all-triploid populations. *Theor. Appl. Genet*, 63:201-205.
- Chourrout, D., 1984. Pressure-induced retention of second polar body an suppression of first cleavage in rainbow trout: production of all-triploids, all tetraploids, and heterozygous and homozygous diploid gynogenetic. *Aquaculture*, 36:1,1-126.
- Chourrout, D., 1986. Use of grayling sperm (*Thymallus thymallus*) as a marker for the production of gynogenetic rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Theor. Appl. Genet.*, 72: 633-636.
- Chourrout, D. and Happe, A., 1986. Improved methods for direct chromosome preparation in rainbow trout, *Salmo gairdneri*, *Aquaculture*; 52: 255-261.
- Choubert, G; and Blanc, J.M., 1989. Dynamics of Dietary Canthaxanthin Utilization in Sexually Maturing Female Rainbow Trout (*Salmo gairdneri* Rich.). Compared to triploids. *Aquaculture* 83, 359-366.
- Cimino, M.C. 1973. Kryotypes and erythrocyte size of some diploid and triploid fishes of genus poeciliopsis *J.Fish.Res. Board.Can* 30:1736-1737.
- Cotter, D., O'Donovan, V., O'Maoileidigh, N., Rogan, G., Roche, N. and Wilkins, N.P., 2000. An evaluation of the use of triploid Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in minimising the impact of escaped farmed salmon on wild populations. *Aquaculture*, 186:61-75
- Çakıcı, H., 1999. Farklı İşletmelerde Yetiştirilen Gökkuşağı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) Kan Örneklerinin Karşılaştırmalı Olarak Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Dawley, R.M., Graham, I.H., Schultz, R.J., 1985. Triploid progeny o pumpkinseedXgreen sunfish hybrids. *Heredity*, 76: 251-257.

- Diaz, N.F., Iturra, P., Veloso, A., Estay, F. and Colihueque, N., 1993. Physiological factors affecting triploid production in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 114: 33-40.
- Doğankaya, L., 2004. Farklı zamanlarda basınç ve sıcak şok uygulamalarının triploid gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, w. 1792) üretimine etkileri. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Don, J. and Avtalion, R.R., 1988. Comparative study on the induction of triploidy in tilapia, using cold- and heat-shock techniques. *J. Fish Biol.*, 32:665-672.
- Eisenberg, S., 1978. Effect of temperature and plasma on the Exchange of apolipoproteins and phospholipids between rat plasma very low and high density lipoproteins *Journal of Lipid Research* Volume 19, 229-236
- Erden İ., 2004. St Elevasyonlu Miyokard İnfarktüsü (Stemi) Hastalarda İnsan Paraoksonase Geni Met-Leu/55 Polimorfizmi. Sağlık Bakanlığı Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Merkezi, Uzmanlık Tezi İstanbul.
- Ergene, S., Kaya, F., Pekcan, T., Oral, A., 1998a. A karyological analysis of *Oreochromis niloticus* (L., 1758) (pisces, cichlidae) used in aquaculture. First International Symposium on Fisheries and Ecology, 2-4 Eylül, Trabzon.
- Ergene, S., Kuru, M., Çavaş, T., 1998b. *Barbus plebejus lacerta* (Heekel, 1843)'nın karyolojik analizi. II. Uluslararası Kızılırmak Fen Bilimleri Kongresi, 20-22 Mayıs, Kırıkkale.
- FAO, 2010. Dünya su ürünleri ve karasal hayvan üretim istatistikleri
- Fauconneau, B., Kaushik, S. J., Blanc, J. M., 1989. Uptake and metabolism of dissolved compounds in rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.) fry. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 93, 839-843.
- Foisil, L. and Chourrout, D., 1992. Chromosome doubling by pressure treatments for tetraploidy and mitotic gynogenesis in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum): Re-examination and improvements. *Aquaculture and Fisheries Management*, 23: 567-575.
- Friars, G.W., McMillan, I., Quinton, V.M., O'Flynn, F.M., McGeachy, S.A. and Benfey, T.J., 2001. Family differences in relative growth of diploid and triploid Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 192:23-29.
- Geldiay, R. ve Balık, S., 1996. Türkiye Tatlısu Balıkları. Ege Ün. Su Ür. Fak. Yayınları, 532, İzmir.
- Gray, A.K., Evans, M.A. and Thorgaard G.H., 1993. Viability and development of diploid and triploid salmonid hybrids. *Aquaculture*, 112: 125-142.
- Güner, Y., Özden, O., 1997. Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) yumurtalarına uygulanan sıcaklık şokuyla kısır balık üretimi. Akdeniz Balıkçılık Kongresi, 9-1 Nisan, p.769-772, İzmir.
- Güner, Y., Kayım, M., Kızak, V., Güllü, K., 2005. Production and Performance of Triploid Rainbow Trout in Turkey. *Indian Veteriner Journal* 82 (10) 1074-1077.
- Happe, A., Quillet, E. and Chevassus, B., 1988. Early life history of triploid rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). *Aquaculture*, 71:107-118.
- Haşiloğlu, M.A., Atamanalp, M., Haliloğlu H.İ., 2002. Determination of some biochemical parameters of chub (*Leuciscus cephalus*) population inhabiting Demirdöven Dam Lake. *Ataturk University, The J. of Agricultural College*, 33, 2, 213-216.

- Heijmans, B.T., Westendorp, R.G. J., Lagaay, A.M., Knook, D.L., Kluft, C., Slagboom, P.E., 2000. Common paraoxonase gene variants, mortality risk and fatal cardiovascular events in elderly subjects. *Atherosclerosis*, 149: 91-7.
- Hidalgo, M.C., Expo' sito, A., Palma, J.M., de la Higuera, M., 2002. Oxidative stress generated by dietary Zn-deficiency: studies in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Int. J. Biochem. Cell Biol.* 34, 183– 193.
- Hokanson, K.E.F., Kleiner, C.F. and Thorslund. T.W., 1977. Effects of constant temperatures and diel temperature fluctuations on specific growth and mortality rates and yield of juvenile rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 34:639- 648.
- Ingram, M., 1988. Farming rainbow trout in fresh water tanks and ponds. In *Salmon and Trout Farming*, (Eds., Laird, L.M., Needham, T.) Ellis Horwood Limited, UK, p.155-189.
- Johnson, O.W., Rabinovich, R.H., Utter, F.M., 1984. Comparison of the reliability of a coulter counter with flow stometer in determining ploidy levels pasific salmons. *Aquaculture*, 43:99-103.
- Kankaya, E., 1998. Gökkuşığı Alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*, 1972) Isı Şoku Uygulamasıyla Triploidi Oluşturulması Üzerine Bir Araştırma. Van Yüzüncüyıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, Van.
- Kapuscinski, A.R. and Hallerman, E.M., 1990. Transgenic fish and public policy: anticipating environmental impacts of transgenic fish. *Fisheries*, 15(1):2-11.
- Karagölge, C., 1998, Tarımsal İşletmecilik, Atatürk Üniversitesi Yayınları No:827, Erzurum.
- Karakoç, A., 2008. Paraoksonaz Polimorfizmleri İle Tip 2 Diabetin Makro Ve Mikrovasküler Komplikasyonlar Arasındaki İlişkinin Araştırılması. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi, Erzurum.
- Karataş, T., 2009. Farklı Sıcaklıklarda Şok Uygulamalarının Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yumurtaları Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Karataş, T., Kocaman, E.M., 2012. Comparison of Paraoxonase Activity, Malondialdehyde and High-Density Lipoprotein Levels in Cultivated Normal and Albino Rainbow Trout Reared in the Same Conditions. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 18 (1): 87-90.
- Kligerman, A. D. and Bloom, S.E., 1977. Rapid chromosome preparations from solid tissues offishes. *J. Fish Res. Board Can.*, vol.34: 266-269.
- Kızak, V., 2009. Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve Dere Alabalığı (*Salmo Trutta forma fario*) Deniz Suyunda Fizyolojik Adaptasyonlarının Karşılaştırılması ve Denizde Gökkuşığının Gelişiminin İncelenmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir.
- Kim, D.S., Kim, I.B. and Baik, Y.G., 1986. A Report of triploid Rainbow trout production in Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, vol:19, no:6, 575-580.
- Kocaman, E.M., 1994. Soya Fasülyesi Küspesi İlave Edilmiş Sığır Dalağı ve Akciğerinin Sofralık Gökkuşığı Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) büyüme hızı, yem değerlendirme Oranı ve Yaşama Gücüne Etkileri Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Erzurum.

- Kocaman, E.M., Bayır, A., Sirkecioglu, A.N., Bayır, M.C., Yanık, T., 2009. Comparison of hatchery performances of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and Brown trout (*Salmo trutta fario*) under same environmental conditions. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8 (7): 1429-1431.
- Kumar, S., Lata, S. and Gopal, K., 1999. Deltamethrin induced physiological changes in freshwater Cat fish *Heteropneustes fossilis*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 62, 254-258.
- Laitinen, L.A., Laitinen, A., Haahtela T., 1993. Airway mucosal inflammation even in patients with newly diagnosed asthma. *Am Rev Respir Dis.*; 147; 697-704.
- Laker, M.F., 1996. Klinik Biyokimya (Ulukaya, E., Tokullugil A., Gür, E., Dirican, M., Tuncel, P., Ulukaya, E., vd. çev.), s. 343, Uludağ Üniv. Tıp Fak. Biyokimya ABD., Nobel Tıp Kitapevleri Ltd.Şti., İstanbul.
- Leary, R. F., Allendorf, F. W., and Sage, G. K., 1995. Hybridization and introgression between introduced and native fish. *American Fisheries Society Symposium* 15:91-101.
- Leger, C., 1985. Transport of plasma lipids, Nutrition and Feding in fish, Academic Pres, 310-321.
- Lemoine, H.L. and Smith, L.T., 1980. Polyploidy Induced in Brook Trout By Cold Shock. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 109:626-631.
- Lincoln, R.F., 1981. Sexual maturation in triploid male plaice (*Pleuronectes platessa*) and plaice x flounder (*Platichthys flesus*) hybrids. *J. Fish. Biol.*, 19: 415-426.
- Lincoln, R.F., and Scott, A.P., 1983. Production of all-female triploid rainbow trout. *Aquaculture*, 30:375-380.
- Lincoln, R.F. and Scott, A.P., 1984. Sexual maturation in triploid rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish. Biol.*, 25: 385-392.
- Liu, F.G. and Quillet, E., 1989. Preliminary results on triploidy induced by heat shocks in the brown trout (*Salma trutta*). *J. Fisheries Society of Taiwan*, vol: 16, no:2,91-95.
- Lou, Y.D. and Purdom, C.E., 1984. Polyploidy induced by hydrostatic pressure in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish Biol.*, 25: 345-351.
- Mackness, M.I, Arrol, S., Abbott, C., Durrington, P.N. 1993. The role of high-density lipoprotein and lipid soluble antioxidant vitamins in inhibiting low-density lipoprotein oxidation. *Biochem J.* 294: 829-34.
- Mackness, B., Durrington, P.N, Mackness, M.I., 1998. Human Serum Paraonase, *Gen. Pharmac.* 31(3): 329-336.
- Mackness, M., Mackness, B., 2004. Paraonase 1 and Atherosclerosis: Is The Gene Or The Protein More Important? *Free Radical Biology & Medicine.* 37(9): 317-1323.
- May, B., Henley, K. I., Krueger, C.C., and Gloss, S.P., 1986. Androgenesis as a meehanism for ehromosome set manipulation in brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Aquaculture* 75,57-70.
- Manor, L. M., 2009. Effects of age and polyploidy on growth, composition, fatty acids, and egg development in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Master of Science in Animal and Nutritional Sciences. Morgantown, West Virginia.
- Memiş, D., and Gün, H., 2004. Effects of Different Diets on the Growth Performance, Gonad Development and Body Composition at First Sexual Maturity of

- Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Turk. J. Vet. Anim. Sci. 28, 315-322
- Meeuwig, M. H., Dunham, J. B., Hayes, J. P., and Vinyard, G. L., 2004. Effects of constant and cyclical thermal regimes on growth and feeding of juvenile cutthroat trout of variable sizes. Ecology of Freshwater Fish 13:208-216.
- Miranda, E., Waldron, C., and Michael K., 2001, Age validation in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) otoliths Journal of Marine Science, 58: 806–813.
- Morales, E.A., Jimenez, P.A., Hidalgo, C. M., Abella'n, E., Cardenete, G., 2004. Oxidative stress and antioxidant defenses after prolonged starvation in *Dentex dentex* liver. Comparative Biochemistry and Physiology, Part C 139 () 153–161
- Mughal, A.L., Iqbal, M.J., and Shakoori, A. R., 1993, Toxicity of short term exposure of sublethal doses of a synthetic pyrethroid, fenvalerate, on the Chinese grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. Proc. Sem. Aqua. Dev. Pak., p 49-74.
- Murray, R.K., Mayes, P.A., Granner, D.K. and Rodwell, V.W., 1993, Harper'ın Biyokimyası, Menteş, G. ve Ersöz, B. (çev.), Barış Kitabevi, İstanbul, 863-873 s.
- Myers, J.M. and Hershberger, W.K., 1991. Early growth and survival of heat-shock induced and tetraploid-derived triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 96: 97-107.
- Nakano T, Takeuchi M., 1997. The relationship between fish and reactive oxygen species. *Yoshoku*, 34 (2): 69-73.
- Nakano,T., Kanmuri, T., Sato, M., Takeuchi, M., 1999. Effect of astaxanthin rich red yeast (*Phaffia rhodozyma*) on oxidative stress in rainbow trout. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1426, 119-125.
- 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.
- O'Keefe, R.A., Benfey, T.J., 1999. Comparative growth and food consumption of diploid and triploid brook trout (*Salvelinus fontinalis*) monitored by radiography. Aquaculture 175, 111–120.
- Ojanguren, A.F., F. G. Reyes-Gavilan, and F. Braña., 2001. Thermal sensitivity of growth, food intake, and activity of juvenile brown trout. Journal of Thermal Biology 26:165-170.
- Ojolick, E.J., Cusack, R., Benfey, T.J. and 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.
- Onozato, H., 1984. Diploidization of gynogenetically activated salmonid eggs using hydrostatic pressure. Aquaculture, 43: 91-97.
- Özbey, O., Yıldız, N., Aysöndü, M.H., and Özmen, Ö., 2004. The effects of High Temperature on Blood Serum Parameters and the Egg Productivity Characteristics of japanese Qualis (*Coturnix coturnix japonica*). International Journal of Poultry Science 3(7): 485-489.
- Özden, O., Güner, Y., Kızak, V., 2003. Tatlısu Balık Kültüründe Uygulanan Bazı Biyoteknolojik Yöntemler. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences Cilt/Volume 20, Sayı/Issue (3-4): 563 – 574.
- Öztürk, Ş., 1998. Diploid ve Triploid Gökkuşluğu Alabalıklarının Erken Hayat Evrelerinin Karşılaştırılması. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilimdalı Yüksek Lisans Tezi Ankara.

- Pascual, P., Pedrajas, J.R., Toribio, F., L pez-Barea, J., Peinado, J., 2003. Effect of food deprivation on oxidative stress biomarkers in fish (*Sparus aurata*). Chem. Biol. Interact. 145, 191–199.
- Peter F.G., William S.J., Anderson, V. and Thorgaard, G.H., 1994. Freshwater performance of all-female diploid and triploid Atlantic salmon. Aquaculture Volume 128, Issues 1-2, Pages 41-49
- Philip, G.H., and Rajasree, B.H., 1996. Action of cypermethrin on tissue transamination during nitrogen metabolism in *Cyprinus carpio*. Ecotoxicology and environmental safety, 34, p 174–179.
- Phillips, R.B., Zajicek, K.D., Ihssen, P.E., and Johnson, 1984. Application of silver staining to the identification of triploid fish cells. Aquaculture 54, 313–319.
- Poli, B.M., Parisi, G., Zampacavallo, M., Mecatti, P., Lupi, M., Gualtieri and Farinci, O., 2001. Quality outline of European sea bass *Dicentrarchus labrax* reared in Italy Shelf life, edible yield, nutritional and dietetic traits. Aquaculture, 202:303–315.
- Purdom, C.E., 1972. Induced polymorphism in plaice (*Pleuronectes platessa*) and its hybrid with the flounder (*Platichys flesus*) Heredity. 29:11–24.
- Purdom, C.E., 1993. Genetics and Fish Breeding. London : Chapman & Hall.
- Qin, J.G. Fast, A.W., Harry, A., 1998. Growout performance of diploid and triploid Chinese catfish *Clarias fuscus*. Aquaculture 166, 247–258.
- Quillet, E. and Gaignon, J.L., 1990. Thermal induction of gynogenesis and triploidy in Atlantic salmon (*Salmo salar*) and their potential interest for aquaculture. Aquaculture, 89: 351–364.
- Quillet, E., Foisil, L., Chevassus, R, Chourrout, D. and Liu, F.G., 1991. Production of all-triploid and all-female brown trout for aquaculture. Aqua Living Resour., 4, 27–32.
- Reddy, P.M., Bashamoiden, M. D., 1989. Fenvalerate and Cypermethrin induced changes in the haematological parameters of *Cyprinus carpio*. Acta. hydrochim. hydrobiol. 17, 1, 101–107.
- Refstie, T., 1983. Induction of diploid gynogenesis in Atlantic salmon and rainbow trout using irradiated sperm and heat shock. Can. J. Zool., 61: 2411–2416.
- Renc zo ulları, E., Topaktaş, M., 1991. The relationship between quantitation of bromodeoxyuridine and human peripheral blood with determination of the best differential staining of sister chromatids using chromosome medium B  ukurova  niversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen ve M hendislik Bilimler Dergisi, Sayı:3, 19–24.
- Robert, J.S., Shasteen, S.P., Suresh, A.V. Kapuscinski, A.R., Seeb, J.E., 1999. Better Growth in All-Female Diploid and Triploid Rainbow Trout. *Transactions of the American Fisheries Society*. 128: 491–498.
- Sarı, H., ve Ulako lu, G., 1992. Ostrakod populasyonlarında kromozom sayılan  st.  niv. Su  r n. Derg., 2: 43–60.
- Schreck, B.C. and Moyle, R.P., 1990. Methods for Fish Biology. American Fisheries Society Bethesda, Maryland, USA. p.684.
- Seeb, J.E., Thorgaard, G.H., and Utter, F.M., 1988. Survival and allozyme expression in diploid and triploid hybrids between chinook, coho, and steelhead salmon. Aquaculture, 72, 31–48.

- Shakoori, A. R., Mughal, A. L. and Iqbal, M. J., 1996. Effects of sublethal doses of fenvalerate (a synthetic pyrethroid) administered continuously for four weeks on the blood, liver and muscles of a freshwater fish, *Ctenopharyngodon idella*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 57, 487-494.
- Shelton, C.J., Macdonald, A.G. and Johnstone, R., 1986. Induction of triploidy in rainbow trout using nitrous oxide. *Aquaculture*, 58: 155-159.
- Shimeno, S., Shikata, T., Hosokawa, H., Masumoto, T. and Kheyyali, D., 1997. Metabolic response to feeding rates in common carp, *Cyprinus carpio*, *Aquaculture*, 151, 371-377.
- Solar, II., Donaldson, E.M. and Hunter, G.A., 1984. Induction of triploidy in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) by heat shock and investigation of early growth. *Aquaculture*, 42: 51-61.
- Srivastava, S. J., Singh, N. D., Srivastava, A. K. and Sinha R., 1995. Acute toxicity of malachite green and its effects on certain blood parameters of a catfish, *Heteropneustes fossilis*. *Aquatic. Toxicol.*, 31, 241-247.
- Stryer, L., 1975. *Biochemistry*, Freeman and Company, San Francisco, 470-476
- Suzuki, R., and Fukude, Y., 1971. Survival Potential of F1 Hybrids Among Salmonid Fisher. *Bull. Fresh Fish Res. Zub.* 21 (1), 69-83.
- Taniguchi, N., Kijima, A., Tamura, T., Takegami, K. and Yamasaki, I., 1986. Color, growth and maturation in ploidy-manipulated fancy carp *Aquaculture*, 57:321-328.
- Tave, D., 1993. Genetics for fish hatchery managers. Second edition, Van Nostram Reinhold, PAIS, USA.
- Teskeredzic, E., Donaldson, E.M., Teskeredzic, Z., Solar, II. and McLean, E., 1993. Comparison of hydrostatic pressure and thermal shocks to induce triploidy in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture*, 117: 47-55.
- Thomas, E. D., 1973. Fish Chromosome Methodology. Charles C Thomas Publisher Springfield Illinois, 166, U.S.A.
- Thorgaard, G.H. and Gall, Graham A. E. 1979. Adult triploids in a rainbow trout family. *Genetics* 93: 961-973.
- Thorgaard, G. H. 1986. Ploidy manipulation and performance. *Aquaculture* 57: 57-64.
- Thorgaard, G.H. and Disney, J.E., 1990. Chromosome preparation and analysis in *Methods for fish biology*, (Eds., Schreck, C.B. Moyle, P.B.) American Fisheries Society Bethesda, Maryland, USA. pp.171-190.
- Thorgaard, G.H., 1992. Application of genetic technologies to rainbow trout. *Aquaculture*, 100: 85-97.
- Türker, A., ve Dernekbaşı, S.Y. 2006. Effects Of Restricted Feeding On Performances Of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 21(2):190-194.
- Ueda, T., Sato, R. and Kobayashi, J., 1988. Triploid Rainbow trout induced b- high-pH, high-calcium. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54 (11), 2045.
- Ueno, K., Ikenaga, Y., and Kariya, H. 1986. Potentiality of application of triploid to the culture of ayu, *Plecoglossus altivelis* Temminck et Schlegel. *Lpn. J. Genet.*, 61:71-77
- Ulupınar, M., Okumuş, İ., 1998. An investigation on the ehromosome structure o rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in a commercial farın in Turkey. *Firs International Symposium on Fisheries and Ecology*, 2-4 Eylül, Trabzon.

- Ulupınar, M., Alaş, A. 2002. Balık Sistogenetiği ve Laboratuar Teknikleri Kitabı sayfa;192
- Utter, M.F., Johnson, O.W., Thorgaard, G.H. and Rabinovitch, P.S., 1983. Measurement and potential applications of induced triploidy in Pacific salmon, *Aquaculture*, 35: 1-12
- Ünlü, A., 2004. Sıcak ve soğuk şok yöntemiyle elde edilen triploid gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) bazı anatomik ve histolojik gelişim bozukluklarının tespiti üzerine bir çalışma. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, İstanbul.
- Valenti, R.J., 1975. Induced polyploidy in *Tilapia aurea* (Steindachner) by means of temperature shock treatment. *J. Fish Biol.* 7, 519-528.
- Virtanen, E., Forsman L., and Sundby, A. 1990. Triploidy decreases the aerobic swimming capacity of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 96A, pp. 117–121.
- Yanık, T., Hisar Aras., S., 2002. Early Development And Growth Of Arctic Charr (*Salvelinus Alpinus*) And Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) At A Low Water Temperature. *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh* 54(2), 73-78.
- Wallaert, C. and Babin, P.J., 1994. Age- Related, sex-related and seasonal changes of plasma lipo-protein concentrations in trout. *J. Lipid Res.*, 35:1619-1633.
- Wattendorf, R.J., 1986. Rapid identification of triploid Grass carp with a Coulter Counter and Channelyzer. *Progressive Fish-Culturist*, 48: 125-132.
- Wolters, W.R., Chrisman, C.L., and Libey, G.S., 1982. Erythrocyte nuclear measurements of diploid and triploid channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). *J. Fish Biol.* 20: 253-258.
- Wu, C., Ye, Y. and Cren, R., 1986. Genome manipulation in carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 54: 57-61.
- Zech, L.A., Boston, R.C., Foster D.M., 1986. The methodology of compartmental modeling as applied to the investigation of lipoprotein metabolism, *Methods Enzymol.* 129, 366–384.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Erzurum'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 2002 yılında girdiği Karadeniz Teknik Üniversitesi Rize Su Ürünleri Fakültesi'nden 2006 yılında Su Ürünleri Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. 2009 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2009 yılında doktora eğitimine başladı.