

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**DİPLOİD (2N) VE TRİPLOİD (3N)
KARADENİZ KALKAN BALIKLARINDA (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758)
ERKEN DÖNEM YETİŞTİRİCİLİK PERFORMANSLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI: YAŞAM ORANI, ANORMALLİK, BÜYÜME**

DOKTORA TEZİ

Yük. Müh. İlhan AYDIN

**EKİM 2011
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DİPLOİD (2N) VE TRİPLOİD (3N)

KARADENİZ KALKAN BALIKLARINDA (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758)

ERKEN DÖNEM YETİŞTİRİCİLİK PERFORMANSLARININ

KARŞILAŞTIRILMASI: YAŞAM ORANI, ANORMALLİK, BÜYÜME

Yük. Müh. İlhan AYDIN

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
" DOKTOR (BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ) "
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :19.09.2011
Tezin Savunma Tarihi :10.10.2011**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. İlhan ALTINOK

Trabzon 2011

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı
İlhan AYDIN tarafından hazırlanan**

**DİPLOİD (2N) VE TRİPLOİD (3N)
KARADENİZ KALKAN BALIKLARINDA (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758)
ERKEN DÖNEM YETİŞTİRİCİLİK PERFORMANSLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI: YAŞAM ORANI, ANORMALLİK, BÜYÜME**

**Başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 20/09/2011 gün ve 1422 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından 10/10/2011 tarihinde yapılan sınavda
DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Telat YANIK
Üye : Prof. Dr. İlhan ALTINOK
Üye : Prof. Dr. Bilal KUTRUP
Üye : Yrd. Doç. Dr. Nadir BAŞÇINAR
Üye : Yrd. Doç. Dr. Coşkun ERÜZ

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Ülkemizde Karadeniz kalkanının yavru üretimi on dört yıldır başarıyla yapılmaktadır. Üretilen yavrulardan bir kısmı deneme maksatlı özel sektör işletmelerine verilmektedir. Özel sektörün üretimine girmesi ile kalkan balığı yetiştiriciliğinin yaygınlaşması beklenmektedir. Özellikle büyük boy kalkan üretimi yapmak isteyen işletmeler açısından triploid kalkanın elde edilmesi önem arz etmektedir. Balıkların cinsi olgunluğa ulaşması ile büyümelerinde yavaşlama, et kalitesinde bozulma ve ölümler görülmektedir. Triploidi ile bu olumsuzlukların giderilmesi sayesinde büyümede artış, et kalitesinde iyileşme ve ölümlerin azaltılması sağlanabilir. Beklenen faydaların sağlanabilmesi için öncelikle triploidinin erken dönemde balıklar üzerine etkilerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle ülkemiz deniz balıkları yetiştiriciliğinde yeni türlerden biri olan Karadeniz kalkan balığının erken dönem yetiştiricilik performansının diploid eşleri ile karşılaştırılarak ortaya konulması amaçlanmıştır. Meydana gelen bu eserin kalkan balığı yetiştiriciliğinin gelişmesine, yetiştiricilik sektörüne ve bilim adamlarına faydalı olmasını temenni ederim.

Yürütülen denemeler için Erzurum Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü'nden 28.08.2008 tarih ve 24/2032 sayılı deney hayvanları yerel etik kurul kararı alınmıştır. Bu çalışma 108R014 nolu TÜBİTAK 1001 projesi kapsamında yürütülmüştür.

Doktora tezime danışmanlığında başladığım rahmetli hocam Prof. Dr. İbrahim OKUMUŞ'a ve çalışma süresince katkılarını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. İlhan ALTINOK'a teşekkür ederim. Çalışmalarımın çeşitli aşamalarında yardımlarını esirgemeyen Yüksek Mühendis Ercan KÜÇÜK'e, Yüksek Mühendis Hamza POLAT'a, Mühendis Özlem GÜL'e, Dr. Gülnur ÖZDEMİR'e, Mühendis Atilla HAŞİMOĞLU'na, Yüksek Mühendis Oğuzhan EROĞLU'na, Mühendis Murat ERBAY ve Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü idaresine teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca beni destekleyen anneme ve babama ve tez çalışması süresince kendilerini ihmal ettiğim kanaati taşıdığım eşim Fatma ile oğlum Mehmet Emin'e de teşekkür eder, sevgilerimi sunarım.

İlhan AYDIN
Trabzon 2011

TEZ BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Diploid (2n) ve Triploid (3n) Karadeniz Kalkan Balıklarında (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758) Erken Dönem Yetiştiricilik Performanslarının Karşılaştırılması: Yaşam Oranı, Anormallik, Büyüme” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. İlhan ALTINOK’un sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 19 / 10 / 2011

İlhan AYDIN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Kalkan Balığının Sistematikteki Yeri ve Morfolojisi.....	2
1.2.1. Sistematikteki Yeri	2
1.2.2. Morfolojisi.....	3
1.3. Dağılım Beslenme ve Üreme Özellikleri	3
1.4. Kalkan Balığı Yetiştiriciliği	5
1.5. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Triploidi	7
1.6. Triploid Oluşturma Mekanizması	9
1.7. Triploidizasyon Uygulamasında Kullanılan Yöntemler.....	12
1.8. Triploidinin Belirlenmesi	12
1.9. Triploid Balığın Fizyolojisi ve Diploid Balıkla Karşılaştırılması.....	12
1.10. Triploid Balıkta Büyüme.....	13
1.11. Triploid Balıkta Anormallikler.....	14
1.12. Çevresel Tolerans	14
1.13. Önceki Çalışmalar	14
1.14. Çalışmanın Gerekçesi ve Amacı	18
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	19
2.1. Materyal ve Metot	19
2.1.1. Damızlık Balıkların Hazırlanması ve Döl Alımı.....	19
2.1.2. Triploidizasyon.....	20

2.1.3.	Yumurtaların Inkübasyonu, Dölllenme ve Çıkış Oranları	20
2.1.4.	Larva Üretim Koşulları	21
2.1.5.	Plodidinin Larvaların Yaşama Oranı ve Büyümeleri Üzerine Etkileri	23
2.1.6.	Ön Büyütme Döneminde Yavru Balıkların Büyüme ve Yem Değerlendirme Performansları Üzerine Plodidinin Etkileri	23
2.1.7.	Sıcaklığın Triploid Balıklara Etkisi	24
2.1.8.	Morfometrik Analizler ve Anormalliklerin Değerlendirmesi	25
2.1.9.	Verilerin İstatistiksel Analizleri	27
3.	BULGULAR	28
3.1.	Dölllenme ve Çıkış Oranları	28
3.2.	Ploidinin Larvaların Yaşama Oranı ve Büyümeleri Üzerine Etkileri	28
3.3.	Yavru Balıkların Büyüme, Yaşam Oranı ve Yem Değerlendirme Performansları Üzerine Plodinin Etkileri	29
3.4.	Ploidinin Farklı Sıcaklıklarda Balıkların Büyüme, Yaşam Oranı ve Yem Değerlendirmeleri Üzerine Etkileri	32
3.5.	Meristik Analizler ve Anormalliklerin Değerlendirilmesi	36
3.5.1.	Meristik Analizler	36
3.5.2.	Anormalliklerin Değerlendirmesi	39
3.5.2.1.	Bölgelere Göre Deformasyon Tipleri	43
4.	TARTIŞMA	45
4.1.	Yumurtaların Inkübasyonu, Dölllenme ve Çıkış Oranları	46
4.2.	Ploidinin Larvaların Yaşama Oranı ve Büyümeleri Üzerine Etkileri	47
4.3.	Yavru Balıkların Yaşama Oranı, Büyüme ve Yem Değerlendirme Performansları Üzerine Ploidinin Etkileri	48
4.4.	Ploidinin Farklı Sıcaklıklarda Balıkların Yaşama Oranı, Büyüme ve Yem Değerlendirmeleri Üzerine Etkileri	49
4.5.	Meristik Analizler ve Anormalliklerin Değerlendirilmesi	52
4.5.1.	Meristik Analizler	52
4.5.2.	Anormalliklerin Değerlendirmesi	53
5.	SONUÇLAR	55
6.	ÖNERİLER	57
7.	KAYNAKLAR	58
	ÖZGEÇMİŞ	

Doktora Tezi

ÖZET

DİPLOİD (2N) VE TRİPLOİD (3N)
KARADENİZ KALKAN BALIKLARINDA (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758)
ERKEN DÖNEM YETİŞTİRİCİLİK PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI:
YAŞAM ORANI, ANORMALLİK, BÜYÜME

İlhan AYDIN

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. İlhan ALTINOK

2011, 67 Sayfa

Bu çalışmada, triploidinin yumurta, larva ve yavruların yaşama oranına, larva ve yavruların büyümesine, balıkların farklı sıcaklıklarda (10°C, 14°C, 18°C ve 22°C) yem kullanımı ile büyüme performanslarına ve erken dönem meristik değerler ile anormallikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Triploid (T) ile kontrol (D) arasında döllenme oranları ve çıkış oranları bakımından görülen fark önemli değildir. Larvaların yaşama oranları ve ağırlıkları üzerinde plooidinin önemli bir etkisi yoktur. Triploid balıkların büyüme ve yem tüketimleri diploid grup ile 21°C’de benzer 16°C’de önemli derecede düşüktür ($P<0,05$). Düşük sıcaklıklarda triploid balıkların büyüme performansları daha yavaştır. Triploid grubun omur sayıları diploid gruptan önemli derecede azdır ($P<0,05$). Triploid grubun dorsal, anal ve pektoral ışın da önemli derecede az bulunmuştur ($P<0,05$). Deformasyon oranı her iki grupta aynıdır (%96,3).

Triploidi döllenme oranı, çıkış oranı, yaşama oranı ve büyüme üzerinde önemli bir olumsuzluğa sebep olmamaktadır. Genç kalkan balıklarının büyümesi için optimum sıcaklık şartlarına uyulmalı, ayrıca farklı yetiştiricilik ortamlarında (düşük sıcaklık gibi) triploidlerin büyüme, yem değerlendirme oranı gibi performansları olumsuz etkilendiğinden yetiştiricilik yaparken bu durum göz önünde tutulmalıdır.

Anahtar Kelimeler : Karadeniz kalkan balığı, Triploid, Yaşama oranı, Sıcaklık, Büyüme, Meristik karakterler, Anormallik,

PhD. Thesis

SUMMMARY

Comparative Early Stage Aquaculture Performance of Diploid (2n) and Triploid (3n)
Black SeaTurbot (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758): Survival Rate, Abnormality and Growth

İlhan AYDIN

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Fishery Technology Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. İlhan ALTINOK
2011, 67 Pages

In this study, the effect of triploidy on survival rate of egg, larva and juvenile and growth of larva and juvenile, growth and feed utilization of turbot under the different temperatures (10, 14, 18 and 22°C) and larval abnormalities were investigated.

Fertilization rate and hatching rate for diploid (D) and triploid (T) groups were similar. Ploidy did not affect survival rates, total length and weight of larva. Growth and food consumption of triploid fish were same with diploids at 21°C but lower at 16°C ($P<0.05$). Growth of triploid fish were lower than diploid fish in lower temperatures. Number of vertebrae in triploid fish were significantly lower than that of the diploid fish ($P<0.05$). Total number of fin rays in triploid fish were significantly lower than that of the diploid fish in dorsal, anal and pectoral fins ($P<0.05$). Deformation rate (%96.3) were same in both ploidies.

Fertilization rate, hatching rate, survival rate, growth and abnormality were not affected by triploidy. In conclusion, not only temperature but also ploidy influenced growth and feed utilization of juvenile turbot. Similar growth rate can be obtained from triploid turbot by rearing them at optimum temperature.

Key Words : Black Sea turbot, *Psetta maxima*, Triploid, Survival rate, Temperature, Growth, Meristic count, Abnormality.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

- Şekil 1. Karadeniz kalkan balığı, *Psetta maxima*..... 3
- Şekil 2. Balıklarda poliploidi (triploid, tetraploid) oluşumu. Reddy vd., (1990)'dan alınarak yeniden düzenlenmiştir 11
- Şekil 3. Yeşil su tekniği uygulanan larva büyütme tankları 22
- Şekil 4. Ön büyütme denemesinin diploid ve triploid gruplarından elde edilen spesifik büyüme oranları ($N=3, \bar{x} \pm SH$) 31
- Şekil 5. Dört farklı sıcaklıkta tutulan ve bireysel markalanmış diploid ve triploid kalkan balıklarının spesifik büyüme oranları (SBO) ($N=120, \bar{x} \pm SH$). $SBO_{dip} = -0,0056Sc^2 + 0,2012Sc - 0,8295, R^2 = 0,9498, SBO_{trip} = -0,006Sc^2 + 0,2182Sc - 1,0686, R^2 = 0,9521$ 35
- Şekil 6. Dört farklı sıcaklıkta tutulan diploid ve triploid kalkan balıklarının yem değerlendirme oranları YDO ($N=3, \bar{x} \pm SH$). $YDO_{dip} = 0,0028Sc^2 - 0,088Sc + 1,3992, R^2 = 0,889; YDO_{trip} = 0,0034Sc^2 - 0,1137Sc + 1,7021, R^2 = 0,727$ 35
- Şekil 7. İkili boyama yöntemi ile şeffaflaştırılmış ve boyanmış kalkan balığının meristik değerlendirmeye tabi tutulan bölgeleri; SB: Sefalik bölge, PrhB: Prehemal bölge, HB: Hemal bölge, KB:kaudal bölge,DY: Dorsal yüzgeç, AY:Anal yüzgeç, KY: Kuyruk yüzgeçi, PkY:Pektoral yüzgeç, PIY:pelvik yüzgeç. (Ölçek 1 cm) 36
- Şekil 8. Diploid ve triploid kalkan larvalarının 20. Günden 60. güne kadar olan dönemde aksiyal iskeletin (A: sefalik omur sayısı, B: Prehemal omur sayısı C: Hemal omur sayısı D: Kuyruk omur sayısı E: toplam omur sayıları) ve apendikular iskeletin (F:Dorsal yüzgeç ışınları, G: Anal yüzgeç ışınları, H: Kuyruk yüzgeç ışınları, I: Pektoral yüzgeç ışınları J: Pelvik yüzgeç ışınları) % sıklık olarak dağılımları ($N=560$) 38
- Şekil 9. Kalkan balıklarında gözlenen çeşitli anormallikler: A:dorsal destek ışınında çatallanma, B: Bir omurdan iki ışın çıkması (1,2), Epural deformasyonları (3), Parepural deformasyonu, C: Hemal ışınlarda deformasyon, D:Neural ışında çatallanma, E: Omur deformasyonu (iki omurun birleşmesi), F: Omur deformasyonu (omur çökmesi), çok sayıda neural ve hemal ışın oluşumu, urositil deformasyonu, G:Kuyruk ışını deformasyonu, H: Omur kaynaması 40
- Şekil 10. Kalkan balıklarının birey başına düşen deformasyon sayılarının dağılımı..... 41
- Şekil 11. Kalkan balığı larvalarında omur ekseni boyunca tespit edilen deformasyonların dağılımları ($N=540$) 43
- Şekil 12. Kalkan balıklarının bölgelerine göre deformasyon dağılımları 44

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Diploid ve triploid kalkan larva ve yavrularında incelenen bölgeler ve anormallik tipleri.....	26
Tablo 2. Soğuk şok ve kontrol grubu yumurtalardan elde edilen döllenme ve çıkış oranları	28
Tablo 3. Soğuk şok ve kontrol grubu kalkan balığı larvalarının 40. gün ve 90. günlerdeki boy ve ağırlıkları (N=105, $\bar{x} \pm SH$)	29
Tablo 4. Diploid ve triploid kalkan balıklarının 7 Ağustos ve 26 Kasım tarihleri arasında ölçülen boy verileri (N=255, $\bar{x} \pm SH$) (P<0,05).....	30
Tablo 5. Diploid ve triploid kalkan balıklarının 7 Ağustos ve 26 Kasım tarihleri arasında ölçülen ağırlık verileri (N=255, $\bar{x} \pm SH$) (P<0,05).....	30
Tablo 6. Diploid ve triploid kalkan balıklarının yem dönüşüm oranları (YDO), toplam yem tüketimleri (Yt, g) ve yemleme oranları (YO%). (N=3, $\bar{x} \pm SH$)	32
Tablo 7. Farklı sıcaklıklarda 90 gün süre ile büyütülen diploid ve triploid kalkan balıklarının deney süresince ortalama ağırlıkları (N=120, $\bar{x} \pm SH$). Farklı harfler her bir sıcaklıktaki ploidiler arasındaki farkın (Student-Newman-Keuls çoklu karşılaştırma testi, P<0,05) önemli olduğunu göstermektedir	33
Tablo 8. Dört farklı sıcaklıkta tutulan ve bireysel markalanmış diploid ve triploid kalkan balıklarının spesifik büyüme oranları (SBO) (N=120, $\bar{x} \pm SH$), yem değerlendirme oranları (YDO), toplam yem tüketimleri (Yt) ve yemleme oranları (YO %). (N=3, $\bar{x} \pm SH$) Değişik harfler farkın önemli olduğunu gösterir	34
Tablo 9. Diploid, ve triploid, kalkan larvalarının metamorfozları süresinde 20. günden 60.güne kadar olan dönemde sayılan meristik değerleri ($\bar{x} \pm SH$, n _{diploid} =270, n _{triploid} =270). (Mann-Whitney U-test)	37
Tablo 10. Deformasyon tiplerine göre deforme diploid ve triploid kalkan bireylerinin sayısı ve dağılımı (%) (N=560).....	42
Tablo 11. Deformasyonların sayısı ve dağılımı (%) (N=560).....	42
Tablo 12. Soğuk şok ve kontrol grubunda 0. gün ile 40. gün arasında ve 40. gün ile 90. gün arasında elde edilen erken dönem kalkan balığı larva ve yavrularının yaşam oranları (N=3, $\pm SH$) ve Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Kuluçkahanesinde 1998–2007 yıllarında aynı döneme ait yaşam oranlarının karşılaştırılması.....	47

SEMBOLLER DİZİNİ

\bar{x}	ortalama
°C	santigrat derece
μ	Mikron
ANOVA	Varyans analizi (Analysis of Variance)
AY	Anal yüzgeç
cm	santimetre
D	Diploid
dak.	dakika
DY	Dorsal yüzgeç
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
g	gram
GDO	Genetiği değiştirilmiş organizma
GSI	Gonado Somatik İndeks
HB	Hemal bölge
ICES	Denizlerin Keşfi İçin Uluslararası Meclis (International Council for the Exploration of the Sea)
KB	kaudal bölge
Kcal	Kilokalori
KF	Kondisyon Faktörü
kg	kilogram
kw	kilowatt
KY	Kuyruk yüzgeçi
L	litre
LHRH-a	Luteinizan hormonu salgılatma hormonu türevi (Luteinizing Hormone Releasing Hormone Analogue)
ln	logaritma
m	metre
m ²	metrekare

m ³	metreküp
mg	miligram
ml	mililitre
NASCO	Kuzey Atlantik Salmon Koruma Organizasyonu (North Atlantic Salmon Conservation Organization)
NOR	Nükleer organizik bölge (Nucleolar organizing region)
O ₂	Oksijen
pH	potansiyel Hidrojen
PIT	Pasif entegre marka (Passive integreted tag)
PkY	Pektoral yüzgeç
PIY	pelvik yüzgeç
PrhB	Prehemal bölge
SB	Sefalik bölge
SBO	Spesifik Büyüme Oranı
Sd	Serbestlik derecesi
SH	Standart hata
SÜMAE	Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü
T	Triploid
Topt	Optimum sıcaklık
UV	Ultraviyole ışını
vd	ve diğerleri
YDO	Yem Değerlendirme Oranı
YO	Yemleme Oranı
Σ	Toplam
χ ²	Ki-kare

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Kalkan balığı yetiştiriciliği konusunda en eski bilgi 20. yüzyılın başında sağımla yumurta elde edildiğinin bildirilmesine ilişkindir (Arnaiz, 1994). Bu konudaki çalışmalar 1970'lerde İngiltere ve Fransa'da ardından 1980'li yıllarda İspanya'da başlamıştır (Arnaiz, 1994). İspanya'da sınırlı sayıda olan üretim, 1990'ların başında kalkan balığı yavru üretim tekniklerinin geliştirilmesi ile artmaya başlamıştır. 1992'de kalkan balığı üretiminin %52 civarında artmasına karşın pazarlama ağının güçlendirilememesi, büyütme süresinin uzun ve maliyetlerin yüksek olmasından dolayı bu sektörde bir kriz meydana gelmiştir. Sektör bu krizden sonra yeniden yapılanmaya başlamış ve bunun sonucu olarak üretim miktarında ve üretim yapan ülkelerin sayısında artış meydana gelmiştir. İspanya'dan başka Fransa, Danimarka, Almanya, İtalya, Norveç, Portekiz, Hollanda, İrlanda ve İzlanda gibi Avrupa ülkeleri ve son dönemlerde Şili ve Çin de kalkan balığı üretimi yapan ülkelerdir (FAO, 2008).

Kalkan balığı yetiştiriciliği çalışmaları 1970'lerde İngiltere'de, daha sonra Fransa ve İspanya'da başlamıştır. Avrupa kalkan balığı üretimi 1985'te 40 ton iken bu miktar hızla artarak 2008 yılında 9573 tona ulaşmıştır (FAO, 2011). Avrupa'daki kültür kalkan balığı üretimi 2005 yılı itibariyle avcılıkla elde edilen ürün miktarını aşmıştır (FAO, 2011). Son yıllarda İspanya, Portekiz, Fransa, Hollanda, İrlanda, İzlanda ve Norveç'in yanı sıra Şili ve Çin'de de ticari kalkan balığı yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Karadeniz kalkan balığı yavru üretimi ilk olarak 1990'da Rusya Federasyonu'nda yapılmıştır (Maslova, 2002). Ülkemizde ise, Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı ortaklığıyla 1997 yılında Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde yavru üretim tekniklerinin geliştirilmesi çalışmaları başlamış (Hara vd., 2002) ve 2007 yılında Japon uzmanların ayılmasından sonra Tarım ve Köyişleri Bakanlığı desteği ile Türk araştırmacılar tarafından devam ettirilmiştir. Ülkemizde 14 yıldır Karadeniz kalkan balığını kültüre alma ve damızlık stoku oluşturma faaliyetleri başarıyla yürütülmektedir.

Biyoteknoloji uygulamalardan birisi olan triploid yapımı, bitkilerde yaygın olarak kullanılmasına rağmen, balıklarda ilk uygulamalar 1940'larda başlamıştır. Herhangi bir gen aktarımı ya da gen manuplasyonu yapılmadığı için triploid canlıların insanlar

tarafından tüketilmesinde hiçbir sakınca görülmemektedir. Son yıllarda Salmoidae türleri başta olmak üzere triploid balık, pazarda yerini almıştır. Genel olarak balıkların cinsi olgunluğa ulaşması ile büyümelerinde yavaşlama, et kalitesinde bozulma ve ölümler görülmektedir (Gjedrem, 2005). Steril triploidi ile bu olumsuzlukların giderilmesi sayesinde büyümede artış, et kalitesinde iyileşme ve ölümlerin azaltılması sağlanabilir. Diğer taraftan triploid balıklar morfolojik olarak diploidler ile benzer olsalar bile bazı anatomik farklılıklar gösterebilirler (Gjedrem, 2005).

1.2. Kalkan Balığının Sistematikteki Yeri ve Morfolojisi

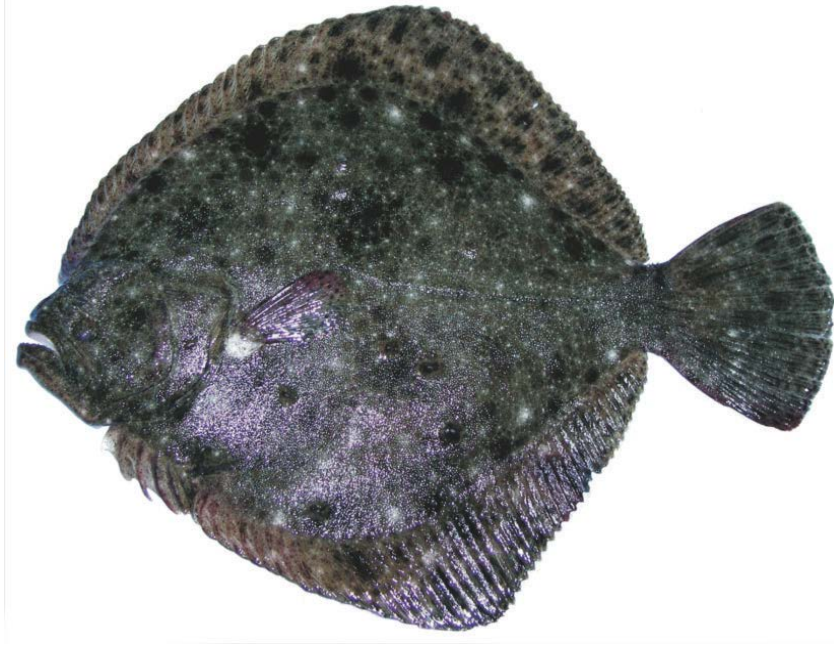
1.2.1. Sistematikteki Yeri

Sınıf	: Kemikli balıklar (Osteichthyes)
Alt sınıf	: Işın yüzgeçliler (Acanthoptergii)
Bölüm	: Hakiki kemikli balıklar (Teleostei)
Takım	: Yassı Balıklar (Pleuronectiformes)
Aile	: Kalkan Balıkları (Scophthalmidae)
Cins	: Psetta (Scophthalmus)
Tür	: <i>Psetta maxima</i> (Linnaeus, 1758)
	: <i>Scophthalmus maximus</i>
	: <i>Psetta maxima maeotica</i>

On dört aile ve 716 türü içine alan yassı balıklar (Munreo, 2005) takımının bir üyesi olan kalkan balığının sistematikteki yerine ilişkin çeşitli çalışmalar olmasına rağmen isimlendirmede tam bir birlik sağlanamamış olup farklı görüşler vardır. Karadeniz kalkan balığının Atlantik kalkanından morfolojik olarak farklı olduğu (vücudun her iki yanındaki kemiksi dikenlerden dolayı) ancak taksonomik olarak aynı oldukları bildirilmiştir (Nielsen, 1986; Amoaka vd., 2001). Karadeniz kalkanı, Amoaka vd. (2001) tarafından *Psetta maxima* olarak ifade edilirken, Chanet (2003) ve Froese ve Pauly (2007) tarafından *Psetta maxima maeotica* olarak isimlendirilmektedir. Bununla birlikte Karadeniz kalkanının *Scophthalmus maximus* ile aynı tür içinde değerlendirilmesinin en ılımlı yaklaşım olduğu ifade edilmektedir (Chanet, 2003). Amoaka vd. (2001) Karadeniz’de iki alt türden bahsetmiş ancak bu alt türlerin kolayca ayrılamayacağını bildirmişlerdir. Buna göre çeşitli kaynaklarda kullanılan *Scophthalmus* ve *Psetta* cins isimleri birbirlerinin sinonimleridir.

1.2.2. Morfolojisi

Kalkan balığı üstten yassı, dairesel, asimetric, gözler sol tarafta yerleşik ve küçük, ağız büyük, yan çizgiler her iki tarafta yerleşiktir. Bazılarında sayıları değişkenlik arz eden kemiksi yapılar mevcuttur. Sırt ve karın yüzgeçlerinde dallanma yoktur ve bu yüzgeçler sırt ve karın bölgesi boyunca yayılmaktadırlar. Balığın vücut rengi griden siyahımsı kahverengine doğru değişiklik göstermekte olup, derisi kalın ve kaygandır. Balık, bulunduğu ortama göre renk değişimi göstermektedir (Amoaka vd., 2001). Balığın sağ tarafı beyaz, bazen de kahverengi-siyah lekeler olabilir. Kalkan balıklarının bazılarında vücudun belirli ya da çeşitli yerlerine dağılmış olarak irili ufaklı koyu kahverengi veya siyahımsı noktalar, halka şeklinde lekeler veya haleler bulunur (Akşiray, 1954; Slastenenko, 1956) (Şekil 1).



Şekil 1. Karadeniz kalkan balığı, *Psetta maxima*

1.3. Dağılım Beslenme ve Üreme Özellikleri

Kalkan Balığı Kuzey Afrika'dan başlayıp Avrupa'nın Atlantik kıyıları boyunca uzanan bölgede, Akdeniz'de ve Karadeniz'de görülmektedir (Liewes 1984, Amoaka vd.,

2001). Karnivor olan kalkan balığı yavruları yumuşakçalar ve kabuklular ile beslenmektedirler. Kalkan balıkları 10 cm boydan itibaren diğer balıkları avlamaya başlayarak beslenmelerini sürdürürler. Mezgit, kaya balıkları, barbun ve hamsi gibi birçok demersal ve pelajik balık türleriyle beslenirler. Beslenme faaliyetleri üreme döneminde azalmakla birlikte özellikle sonbaharda artarak yıl boyu devam etmektedir (Liewes, 1984).

Kalkan balıkları üremek için ilkbaharda kıyı şeridinde yakın yerlere doğru göç yaparlar. Üreme faaliyetlerinden sonra tekrar derin sulara doğru hareket ederler. Kalkan balıklarının yumurtlaması su sıcaklığına bağlı olarak Nisan-Haziran ayları arasında gerçekleşmekte, özellikle Mayıs ayında yoğunlaşmaktadır (Slastenenko, 1956; Genç vd., 1998).

Karadeniz'deki kalkan balıklarının ilk eşeyssel olgunluk yaşı farklılık göstermektedir. Bulgaristan kıyılarında yapılan bir araştırmada, kalkan balıklarının 2 yaşında da eşeyssel olgunluğa ulaşabildikleri, ancak eşeyssel olgunluğun daha çok 3 ve 5 yaşlarında meydana geldiği saptanmıştır (Ivanov ve Beverton, 1985). Genç vd. (1998)'ne göre ise dişi balıklar 4 yaşında Mart-Haziran aylarında üremeye başlamaktadırlar. Diğer taraftan Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Deniz Balıkları Kuluçkhanesi şartlarında tutulan 24 aylık dişi balıkların bazılarında doğal yolla yumurta alınmıştır (Hara vd., 2002).

Doğadan yakalanan kalkan balıkları yakalandıklarından 2 yıl sonra ve en az erkekler 2,5-3 kg ağırlıkta dişiler ise 3,5-4 kg ağırlıkta üremeye başlarlar. Kuluçkhanede üretilen dişi balıklar ise 4-5 yaşında (2,5 kg) ve erkekler ise 3-4 yaşında (>2 kg) gamet vermeye başlarlar. Doğal koşullar uygulandığında erkeklerden kasım ayından eylül ayına kadar sperm elde edilebilmektedir. Dişilerin gonad gelişimi mart ayı sonu nisan ayı başı gibi başlamaktadır. Yumurta elde edilmeye mayıs ayı ortasında başlanmakta ve ağustos ayı başına kadar sürmektedir. Kalkan balığı, yumurtalarını üreme dönemi içinde, partiler halinde bırakan bir türdür (McEvoy, 1984; Devauchelle, 1988; Aydın ve Şahin, 2011).

Nasır ve Poxton (2001)'a göre kalkan yavruları yerleştirildikleri ince kumlu, kumlu, çakıllı ve kalın çakıllı tank zeminlerinde saklanmak için ince kumlu zeminleri tercih etmektedirler. Ayrıca doğadaki balıklar aktif olmasına karşın kuluçkhanede yetiştirilen balıklar evcilleşme sürecinde pasiftirler.

1.4. Kalkan Balığı Yetiştiriciliği

Kalkan balığı yetiştiriciliği çalışmaları 1970'lerde İngiltere'de (İskoçya) daha sonra Fransa ve İspanya'da başlamıştır. 1990'ların başında kalkan balığı yavru üretim tekniklerinin gelişmesi, üretim miktarı ve işletme sayısının oldukça artmasını sağlamıştır.

Damızlık balıklar doğadan ve yetiştiricilikten temin edilebilmektedir. Yumurta alımını kontrol etmek için des-Gly 10[D-Ala6]-LHRH-a hormonu (Hara vd., 1998; Mugnier, 2000; Aydın, 2008) pelet halinde dişilere uygulanmaktadır. Kalkan balıklarından üretimde kullanılacak miktarda döllenen yumurta doğal yumurtlama ve dölllenme yolu ile elde edilmemektedir (Aydın vd., 2003). Bundan dolayı suni dölllenme için sağım yapılmaktadır (Chereguini, 1999). Yumurtaların suni olarak döllenmesinde kuru, yarı kuru ve yaş dölllenme metotları kullanılmaktadır (Chereguini vd., 1999; Hara vd., 2002; Maslova, 2002; Kjørsvik vd., 2003).

Larvaların beslenmesinde kullanılan rotiferleri beslemek için, *Isochrysis galbana* – *Tetraselmis sp.* karışımı (Kjørsvik vd., 2003) ve *Nannochloropsis sp* gibi alg türleri kullanılmaktadır. Larvalar yumurtadan çıktıktan 2 gün sonra tanklara, 10 adet /ml olmak üzere rotifer (*Brachionus sp.*) ilave edilmektedir (Moteki vd., 2001). Larvalar 2. günden 30. güne kadar rotifer ile 10. günden 45. güne kadar *Artemia* ile ve daha sonra günlerde ticari toz yemler ile beslenmektedir (Şahin, 2001).

Kalkan balığı larvalarının 16-19°C'de, 70 günlük büyüme döneminde morfolojik gelişimleri üç safhaya ayrılmaktadır. Bunlardan birincisi, yumurtadan çıkıştan sonraki 0-2 gün önlarva safhasıdır. Bu dönemde yeni çıkmış larvanın boyu 2,5 mm, gözleri renklenmemiş, ağız açılmamış ve anüs oluşmamıştır. Larvalar su yüzeyine yakın baş aşağı suda asılı olarak dururlar. İkincisi 3-29. günler arası post larva safhasıdır. Larvaların gözlerinin renklenmesi, ağız ve anüsün açılması üçüncü günde gerçekleşmektedir. 4. günde ilk yem alımı, on ikinci günde ise aktif yem alımı başlamaktadır. Dorsal ve anal yüzgeç ışınları yirmi beşinci günde tamamlanmaktadır. Üçüncü safha ise 30-70. günler arası larval evreden yavru evresine geçiş dönemi olup göz göçü başlamakta, balık tank dibine yönelmektedir. Pektoral yüzgeçteki ışın sayısı 51. günde ergin bireyinin ışın sayısına ulaşmaktadır. Kalkan balıklarının yaşam oranı 0-40. günlerde yaklaşık %10, 40-110 günlerde ise %75'in üstündedir. Kalkan yavrularında renk bozukluğu, gözün göç edememesi, solungaç kapağının kapanmaması gibi anormalliklerde görülmektedir (Çiftçi vd., 2002).

Yumurtadan yeni çıkmış larvalar 20 adet/litre yoğunluğunda stoklanmaktadır. Kullanılan su 5 µ'luk filtreden geçirilmekte ve UV ile sterilize edilmektedir. Dördüncü günden itibaren su değişimine, tank sifonlanmasına ve yağ uzaklaştırıcının (yüzey tarayıcı) kullanılmasına başlanmaktadır (Şahin, 2001).

Kalkan balıklarının yetiştiriciliği ön büyütme ve büyütme olarak ikiye ayrılmaktadır. Kuluçkahanedeki 4-5 ayda yaklaşık 10 g ağırlığa ulaşan balıklar, 50-60 g ağırlığa ulaşacakları 4-5 aylık bir dönem için ön büyütme alınmaktadır. Bu dönemde stok yoğunluğu 10 kg/m² olarak başlamakta ve 30 kg/m²'ye kadar çıkmaktadır. Ön büyütme sonunda ilk boylama yapılmaktadır. İşletmeler arasında değişmekle birlikte hastalıklara karşı balıklar aşılantmakta, kullanılan yetiştiricilik suyu UV'den geçirilmekte ve periyodik olarak ayda bir formalin banyosu uygulanmaktadır. Bu dönemde balıkların büyümesi su sıcaklığı başta olmak üzere çevre şartları ve yavru kalitesine bağlı olarak değişmektedir. Dokuz ay sonunda kalkan balıklarını 200 g ağırlığa ulaştıran işletmeler olduğu gibi balıkların 60-75 g ağırlıkta kaldığı işletmeler de vardır. Kalkan yetiştiriciliğinde en yüksek risk balık ölümleridir. Su kalitesinin iyi olduğu şartlarda yaşam oranı %75-85'dir. Bu dönemde, yem değerlendirme oranı 0,8 civarındadır (Person Le-Ruyet, 2002).

Kalkan balıklarının büyütme döneminde karaya kurulu açık veya kapalı devre yetiştiricilik sistemleri kullanılmaktadır. Yüzer kafesler deneme mahiyetinde kullanılmış olup, yetiştiricilik açısından uygun olmadıklarından terk edilmiştir (Person Le-Ruyet, 2002; Aksungur vd., 2003). Yetiştiricilik sisteminde uygulanan stok yoğunluğu 300 g balıklar için 30-35 kg/m², 750 g ve daha ağır balıklar için 45 kg/m² dir. Kalkan balıkları tank tabanını kullanır ve genellikle birbiri üzerine yatarlar, bundan dolayı yüksek yoğunlukta stoklanabilirler. Yetiştiricilikte en az iki kez boylama yapılmalıdır. Yemlemede yüzer yemler tercih edilmektedir. Elle serbest yemleme yapılmalı ve balıklar yemlendikten bir saat sonra yemmeyen yemler sifonlanmalıdır. Büyütme döneminde beklenen yem değerlendirme oranı 1,2-1,3 arasındadır. Kalkan balıkları genellikle 3 yılda 3 kg ağırlığa ulaşmaktadır. Su sıcaklığı kalkan balığı yetiştiriciliğinde önemli bir faktördür, 14-18 °C'de 3 yılda 2-2,5 kg ağırlık elde edilirken, 9-19°C' de 3 yılda 1-1,5 kg ağırlığa ulaşılmaktadır (Person Le-Ruyet, 2002).

Balıkların büyümesi üzerinde ekolojik faktörler sınırlayıcı ve belirleyicidir. Sıcaklık, tuzluluk ve ışık bilinen belirleyici faktörlerdir. Atlantik kalkanında optimum büyüme 10 g ağırlıktaki bireyler için 16-20°C ve 40-50 g bireyler için 16-19°C dir. 14°C'nin altındaki ve 20°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda büyüme yavaşlar ve durur. Su yüzeyinde 200 lüks

ışık büyümede ve yem alımında olumsuz etki yaratmamaktadır. Maksimum büyüme için gerekli olan minimum oksijen miktarı 6 mg/l'dir. Oksijen miktarı 3 mg/l olduğunda büyüme dururken 0,75-1,3 mg/l oksijen seviyesinde balıklar ölmektedir (Person Le-Ruyet, 2002). Kalkan balıkları ‰10 gibi çok düşük tuzlu ortamlara adapte edilebilirler. 3 g'lık balıklar da ‰19 tuzluluktaki büyüme ‰35 tuzluluktaki büyümeye göre ‰8 daha yüksektir. 18-22°C su sıcaklığı ve ‰20 tuzluluk yavru yetiştiriciliği için uygundur (Imsland vd., 2001b).

Kalkan balıklarında büyüme döneminde bireysel farklılıklar görülmektedir, bu farklılıkların sadece yetiştiricilik şartları ile açıklanması yeterli olmayabilir. Cinsiyet, bireysel büyüme farklılığını oluşturan etkenlerdendir. Kalkan balıklarının dişileri erkeklerinden daha büyüktür. Büyüklük farkı 500 g dan itibaren görülmeye başlar ve yaş ilerledikçe devam eder. Erkek balıklar 2 yaşında, dişilerden 1 yıl önce ve 1 kg dan daha düşük ağırlıkta cinsel olgunluğa ulaşırlar. Bu durum, balığın pazar boyuna ulaşmadan önce cinsel olgunluğa ulaşarak ağırlık kaybetmesini önlemek için tüm dişi ve/veya steril stok üretimine olan gereksinimi göstermektedir. Bunun yanında aynı amaç için cinsi olgunlaşmanın geciktirilmesi veya geç cinsi olgunluğa ulaşan bireylerin yetiştiricilik amaçlı seleksiyonu da uygulanabilir. Kalkan balıkları için yüksek protein düşük yağ içerikli beyaz balık unundan elde edilmiş yüzer pelet yemlerin kullanılması da büyümeyi etkilemektedir (Person Le-Ruyet, 2002).

1.5. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Triploidi

Poliploidi, organizmaların ilave olarak bir veya daha fazla kromozom setine sahip olmaları şeklinde tanımlanabilir. Normal (diploid) balıkların hücre çekirdeklerinde 2n, triploid balıkların hücre çekirdeklerinde ise 3n bulunmaktadır. Tetraploidler 4n ve hekzaploidler ise 6n kromozoma sahiptirler. Anöploidler diploid kromozom sayısında daha az veya daha fazla sahip olma durumudur. Poliploidi memelilerde ölümcüldür. Poliploidi, özellikle triploidi bazı omurgasızlarda ve bazı düşük omurgalılarda kolayca uygulanabilir ve yaşayan canlılar üretilebilir. Kendiliğinden oluşan poliploidiye bazen doğada rastlanabilir. Avrupa Birliği mevzuatına göre (90/220/CEE 23 Nisan 1990) poliploidi, genetiği değiştirilmiş organizma (GDO) olarak mütalaa edilmez (Piferrer vd., 2006).

Balıkların birçoğunda dış döllenme gerçekleştirdiğinden, kromozom sayılarında değişiklik yapmak oldukça kolaydır. İlk yıllarda çalışmalar salmonidler üzerinde

yoğunlaşmıştır. Yetiştiriciliği yapılan türlerin çoğu triploidi uygulamasına uygundur. Büyük yumurtaya sahip balıklarda, sıcaklık şokuyla yapılan uygulamaların sonuçlarında farklılıklar görülür. Bu durumda, basınç uygulaması ve tetraploidler ile diploidlerin çaprazlanması türe bağlı olarak daha güvenilir sonuçlar verebilir. Soğuk şok ve basınç uygulaması küçük yumurtalı balıklar (sazanlar, deniz levreği, kalkan, çipura) için uygundur (Piferrer vd., 2006).

Triploid uygulanacak yumurtanın kalitesi, en iyi yaşam oranının elde edilmesi ve üretimin optimize edilmesi için çok önemlidir. Triploid uygulaması, kötü kaliteli yumurtada, ikinci mayoz bölünmenin başlatılması için gerekli zamanı farklı seviyelerde ortaya koyar. Bu da triploid uygulamasının etkisinin azalmasıyla sonuçlanır. Özellikle uygulama zamanı, süresi, yoğunluğunun tam olarak belirlenmesi ve uygulanması gerekir (Piferrer vd., 2006).

Balık yetiştiriciliği açısından birçok sebepten ötürü triploid uygulaması avantajlıdır. Büyüme, karkas ağırlığı, yaşam oranı ve et kalitesindeki artış yetiştiricilikte avantaj sağlar (Thorgaard, 1986; Dunham, 1990; Hussain vd., 1995). Eşeyssel üreme başlangıcında azalmış ya da engellenmiş gonad gelişimi sebebiyle normalde üreme için kullanılacak olan enerji somatik büyümeye yönlendirileceğinden büyüme artar (Thorgaard ve Gall, 1979; Lincoln, 1981; Wolters vd., 1982). Triploid organizmanın steril oluşu ve doğal popülasyona kaçmasıyla oluşacak genetik etkinin sınırlı oluşundan dolayı çeşitli uluslararası organizasyonlar (NASCO, FAO, ICES) tarafından yetiştiricilikte ve balıklandırmalarda kullanılması tavsiye edilmektedir. Ayrıca triploidinin kullanımı, GDO'ların doğal stoklara bulaşması probleminin çözümü için önerilmektedir. GDO'ların doğaya açık ortamlarda yetiştiriciliğinin yapılması durumunda, organizmanın %100 steril olarak üretilmesi ve kontrol edilmesi önemlidir. Diğer durumlarda ise yüksek oranda sterillik istenir (Piferrer vd., 2006). Kısır triploidlerin kullanımı egzotik türlerin istenilen coğrafi bölgelerde yetiştirilmesini de sağlayabilir.

Triploid uygulaması büyük miktarlarda yumurta için düşünülüyorsa yeterli üretim için uygun sistemin kurulması gerekir. Bazı durumlarda triploid uygulamasında gelişmenin erken dönemlerinde ölümler görülür. Triploidin uygulanmasından beklenen fayda ile yem harcamaları yapılmadan görülen bu ölümler dengelenebilir (Piferrer vd., 2006).

Triploid türlerin performansı türe özgüdür. Son zamanlarda satışa sunulan cinsi olgunluğa ulaşmış istiridyeye ve salmonların organoleptik kalitelerini devam ettirmek veya arttırmak için işletmelerde triploid uygulaması yapılmaktadır. İstiridyelerde triploid,

yaşama ve büyüme oranını artırır. Balıklarda (kalkan ve salmon) ise, triploid uygulama ile diploidlerin cinsel olgunluğa erişmeleriyle ortaya çıkan büyümenin baskı altına alınması engellenir ve bu dönemde görülen ölümler azalır. Yetiştiricilik şartlarının ideal olması durumunda triploidlerin performansı ile ilgili sorun yaşanmaz, fakat kötü yetiştiricilik şartlarında diploidlerden daha düşük performans sergilerler (Piferrer vd., 2006).

Ticari yetiştiricilik yapan işletmelerde balıkların satıştan önce cinsel olgunluğa ulaşmaları bir sorundur. Cinsel olgunluğa ulaşmış balıkların büyümeleri yavaşlamakta, et kaliteleri bozulmakta ve yüksek ölüm oranları görülmektedir. Steril triploid balıkta gonad gelişmeyeceği için balığın büyümesi duraksamadan devam edecek, et kalitesinde bozulma olmayacak ve ölümler azalacaktır (Gjedrem, 2005).

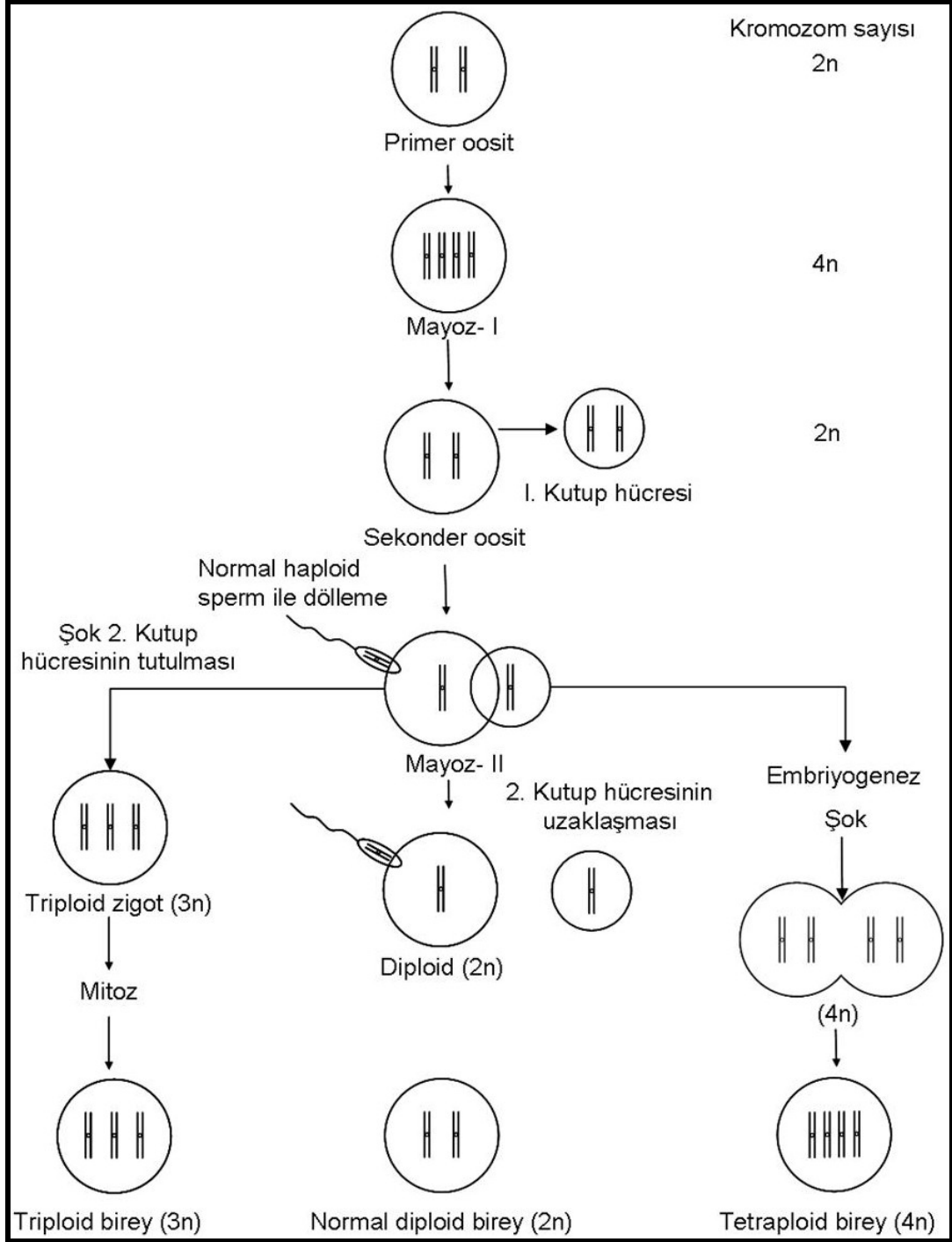
Yapılan çalışmalar da triploidlerde gametogenezin görülmediği ortaya konmuştur. Balıklarda tamamen steril dişiler oluşurken, erkeklerin testislerini geliştirebildikleri ve Atlantik salmonu gibi türlerin dölleme özelliği olmayan sperm ürettikleri görülmüştür. Kalkan, levrek ve çipura gibi türlerin triploid erkekleri ise sperm üretmezler. Triploid ile tam sterillik elde edildiğini ortaya koymak için bir birini izleyen iki üreme döneminde ele alınan türde gonad gelişiminin görülmemesi gerekir (Piferrer vd., 2006). Bununla birlikte triploidler bazen gonad gelişimi gösterirler ve bundan dolayı kısırılığın avantajlarını ortadan kaldırırlar.

Ploidinin balıklara etkisi aynı türün bireyleri arasında, benzer koşullarda yetiştirilse dahi birbirinden farklıdır (Galbreath vd., 1994; McGeachy vd., 1995). Ploidinin balık fizyolojisi üzerine etkileri tam olarak aydınlanmamıştır (Cotter vd., 2000). Triploid ve diploid balıktaki morfolojik benzerliğin aksine triploid balıkta morfometrik ve meristik değişikliklerin yanında anatomik anormallikler görülebilir (Flajshans vd., 1993; Twary vd., 1999; Sadler vd., 2001; Oppedal vd., 2003; Gomelsky vd., 2003; Twary ve Ray, 2004). Bazı balıklarda, triploid balık hastalıklarına karşı diploidler ile aynı direnci gösterememektedir (Thorgaard vd., 1999).

1.6. Triploid Oluşturma Mekanizması

Triploid balık üretimi, fiziksel ve kimyasal uygulamalar veya tetraploid ve diploid balıkların çaprazlanması sonucu elde edilmektedir. Yumurta ve spermin bir araya gelmesiyle döllenme gerçekleşmiş olur. İkinci kutup hücresinin hücre içinde kalmasını sağlamak ve döllenmiş hücrenin ilk bölünmesini engellemek için döllenmeden kısa bir süre

sonra dölllenmiş yumurtaya sıcaklık veya basınç şoku uygulanır. Bu uygulamalara bağlı olarak triploid veya tetraploid balık üretimi gerçekleştirilir (Şekil 2) (Gjedrem, 2005). Poliploidi uygulamalarının başarısı, şokun başlama zamanı, yoğunluğu ve süresine bağlıdır. Şokun başlamasının en iyi zamanı türler arasında farklılık göstermekle birlikte gelişmenin hızı, özellikle triploidi için ikinci mayotik bölünmenin zamanı ve tetraploidi için birinci mitotik bölünme zamanına bağlıdır. Doğal olarak türler arasında bu hücre bölünme olaylarının zamanlaması ortam sıcaklığına bağlıdır, bu yüzden sonuçlar sıcaklığa bağlı olarak değişir (Dunham, 2004).



Şekil 2. Balıklarda poliploidi (triploid, tetraploid) oluşumu. Reddy vd., (1990)'dan alınarak yeniden düzenlenmiştir

1.7. Triploidizasyon Uygulamasında Kullanılan Yöntemler

Triploid birey yaygın olarak basınç, kimyasal ve sıcaklık şoklarından birinin döllenmiş yumurtalara uygulanması ile üretilmektedir.

Hidrostatik basınç yaygın olarak kullanılmaktadır. Barfin pisi (*Verasper moseri*) balıklarında 0,650 N/m² lik basınç, döllenmeden 6 dakika sonra, 6 dakika süreyle uygulanmıştır (Mori vd., 2006). Deniz levreklerine 2 dakika süre ile 8000 psi (Peruzzi ve Chatain, 2000), sazan balıklarında 7116 ile 8225 psi (Linhart vd., 1991), Alp alası (*Salvelinus alpinus*) balıklarında döllenmeden 200, 250, 300 veya 350 derece dakika sonra 5 dakika süre ile 9500 psi (Loopstra ve Hansen, 2006) uygulanmıştır.

Kabuklu su ürünlerine uygulanan kimyasal şoklarda Sitokalsin B kullanılmaktadır (Troup vd., 2005). İstiridye (Mallia vd., 2006), karides (Sellars vd., 2006) ve tarakta (Liu vd., 2004) triploid oluşturmak için 6-dimetilaminopurin kullanılmıştır.

Sıcaklık şoku ise oldukça yaygın olarak kullanılan ucuz ve kullanılan materyalin tehlike oluşturmadığı bir yöntemdir. Yüksek sıcaklık genellikle soğuk su türlerinde uygulanırken, soğuk şok ise ılık su türlerinde uygulanmaktadır (Beaumont ve Hoare, 2003; Özden, vd., 2003; Gjedrem, 2005).

1.8. Triploidinin Belirlenmesi

Kromozomların görüntülenmesi ve sayılması işlemi olan karyotip çalışmaları, ploidi seviyesinin belirlenmesinde en uygun yöntemdir. Bu teknik yorucu ve yavaştır ve örneklerin kitle halinde değerlendirilmesine müsaade etmez. Flow sitometri, Coulter Counter, kan yayma ile hücre boyutu ölçme, nükleer organizik bölgenin (nucleolar organizing regions-NOR) gümüş boyaması gibi birçok teknik kullanılabilir. Flow sitometri ve Coulter counter hızlı analizlere olanak sağlamasına rağmen ekipmanlar son derece pahalıdır. Kan yayma ile elde edilen alyuvarların boyutlarının ölçülmesi de geçerli bir tekniktir (Dunham, 2004).

1.9. Triploid Balığın Fizyolojisi ve Diploid Balıkla Karşılaştırılması

Triploidi, somatik hücrenin 3 kromozom seti içermesi durumudur. Bu durum çevre şartlarındaki değişim veya hibridleştirme ile ortaya çıkar (Legatt ve Iwama, 2003).

Bitkilerde yaygın olarak görülen bu durum balıklar, suda yaşayan canlılar ve sürüngenlerde de görülür. Balıklarda ototriploidi (tür içi) ve allotriploidi (türler arası) 2 kutup hücrenin yumurta içinde tutulmasıyla görülür (Flajshans vd., 1993). Ekonomik ve ekolojik faydalarından dolayı triploidi uygulamaları son yıllarda Cypriniformes'ten Pleuronectiformes'e kadar birçok tatlı su ve deniz balıklarında yaygınlaşmıştır. Triploidi büyük ölçekte steril balık üretmek için etkili, ekonomik ve çok pratik yol olarak bilinmektedir. Sterillik, cinsel olgunluğun somatik büyüme, yaşam oranı ve et kalitesinde meydana getirdiği olumsuz etkileri engeller. Yapay triploidinin uygulanmasıyla doğal ve kültür balığının genetik ve ekolojik etkilerinin interaksyonu çok güçlü şekilde azaltılır (Cotter vd., 2000).

1.10. Triploid Balıkta Büyüme

Triploid balıklar, diploid balıklardan daha hızlı, aynı hızda ya da daha yavaş büyüyebilir. Triploidler, eşeyssel olgunluğa kadar, yetiştiriciliğin erken dönemlerinde diploidlerden nadiren daha hızlı büyür. Genellikle diploidler, eşeyssel olgunlaşma başlangıcına kadar triploidlerden daha hızlı büyürler, daha sonra triploid daha hızlı büyür ve yemi daha etkili şekilde dönüştürür (Dunham, 2004) Aynı türün bireyleri arasında, benzer koşullarda yetiştirilse dahi, triploid balığın büyümesi ile ilgili birbirinden farklı sonuçlara sıklıkla rastlanmaktadır. Galbreath vd. (1994) yaptığı çalışmada triploid Atlantik salmonunun diploidlerden daha hızlı büyüdüğü, McGeachy vd. (1996) yaptığı çalışmada ise daha yavaş büyüdüğü görülmüştür. Genel görüşe göre triploidlerin diploidlerden daha hızlı büyümesi gerekir. Çünkü %33 daha fazla gene sahiptirler, çekirdek ve hücreleri daha büyüktür ve enerjilerini gamet oluşturmaya değil, büyümeye harcarlar (Maxime, 2008). Balığın büyüme performansı deney şartlarıyla yakından ilişkilidir. Özellikle aynı tankta tutulan triploidlerin diploidlerle yem alımında rekabete girememesi ve agresif olmamalarından dolayı daha az büyüyebilirler (McCarty vd., 1996). Bununla birlikte Barfın flounder'da ayrı tankta tutulan ve aynı tankta tutulan diploidlerle triploidlerin büyümesi arasında farklılık görülmemiştir (Mori vd., 2006). Somatik büyüme, kas dokusuyla ilişkilidir ve triploidi bunu etkilemektedir (Maxime., 2008).

1.11. Triploid Balıkta Anormallikler

Dış görünüş olarak triploid balıklar diploidlere benzemektedir. Bununla birlikte bazı morfometrik değişiklikler görülebilir. Triploid ve diploid sazanda (*Cyprinus carpio*) pullanmada farklılık görülmüş ve triploidlerin anal yüzgecinin yumuşak ışınlarında azalma tespit edilmiştir (Gomelsky vd., 2003). Triploid kadife balığında (*Tinca tinca*) pelvik yüzgeçler anüse kadar uzamıştır (Flajshans vd., 1993). Nil tilapiasında ise triploid dişilerin kondüsyon faktörü diploidlerden yüksek bulunmuştur (Hussain vd., 1995). Standart boy ile vücut derinliği arasındaki oran *Heteropneustes fossilis* balığında triploidinin hassas indikatörü olarak bulunmuştur (Tiwary vd., 1999).

Ploidinin balık fizyolojisi üzerine etkileri tam olarak aydınlanmamıştır (Cotter vd., 2000). Triploid ve diploid balıktaki morfolojik benzerliğin aksine triploid balıkta anatomik anormallikler görülebilir. Triploid Atlantik salmonunda alt solungaç deformasyonu en sık görülen anormallik çeşididir (Sadler vd., 2001; Oppedal vd., 2003). *Heteropneustes fossilis* balığında ise omur sayısında azalma saptanmıştır (Tiwary ve Ray, 2004).

1.12. Çevresel Tolerans

Oksijen, sıcaklık ve tuzluluk gibi faktörler balığın fizyolojisini etkilerler. Fiziko-kimyasal faktörlerin değişmesi triploid balığın hassasiyetini etkileyip etkilemeyeceği bir sorudur. Triploid balığın fizyolojisi hücre yapısı ve üremesi gibi temel biyolojik farklılıkların dışında oldukça benzerdir. Ancak uygun olmayan yetiştiricilik ve çevre şartları gibi stres faktörleri triploid balığın performansını diploiden fazla etkiler. Tuzluluk ve sıcaklığın balıkların fizyolojisi üzerine olan etkisi konusunda çalışmalar çok azdır (Hydman vd., 2003; Maxime, 2008).

1.13. Önceki Çalışmalar

Piferrer vd. (2000), İspanya'da yaptıkları araştırmada, kalkan balığı için triploidi işlemini döllenmeden hemen sonra soğuk şok uygulanarak çalışmışlardır. İspanya'nın kuzeyindeki Vigo şehrinde 13-14°C sıcaklıktaki deniz suyunda muhafaza edilen balıklardan sağım yoluyla elde edilen yumurtalar suni olarak döllenmiştir. Çalışmada bir veya iki anacın yumurtası birleştirilerek denemeler yapılmıştır. Yaklaşık 5 ml yumurta

içeren cam tüpler buz parçacıkları ve deniz suyu bulunan tepsiye yerleştirilerek 0°C, 2°C, 4°C'de ayrı ayrı 5, 10, 20, 40 dakika sürelerde soğuk şok uygulanmıştır. Kontrol grupları için herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Oluşturulan yalancı kontrol grubu için yapılan uygulamalar soğuk şok dışında diğer grup (şok grubu) gibidir. Yalancı kontrol grubu ve kontrol grubunun karşılaştırılması ile muhtemel mekanik etkilerin neden olduğu olumsuzluklar değerlendirilmiştir. Şok süresi arttıkça yaşam oranının azaldığı, bununla birlikte düşük şok sıcaklıklarının triploid oranını yükselttiği ifade edilmiştir. 0°C'de 20 dakika süre ile uygulanan şok ile %78,6'dan daha fazla oranda triploid (3n) kalkan elde edilmiştir. Larvaların çıkışından 1 gün sonra yapılan karyolojik çalışma ile kontrol grubu larvaların 2n=44 kromozoma ve şok grubu larvaların ise 3n=66 kromozom sahip oldukları tespit edilmiştir.

Piferrer vd. (2003), önceki çalışmalarının devamı niteliğinde olan bu çalışmada, en uygun şok zamanı ve yoğun miktardaki yumurtalarda triploid uygulamak için gerekli şartlar araştırılmıştır. Uygun zamanı tespit etmek için döllenmeden 0,1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20 dakika sonra soğuk şok uygulamaya başlanmış, 20 dakika süre ile $-0,7 \pm 0,3$ °C'ye maruz bırakılmış olup kontrol grupları için her hangi bir uygulama yapılmadan inkübatöre yerleştirilmiştir. Triploidide en iyi değer, soğuk şokun döllenmeden 5-7 dakika sonra başlatıldığı durumlarda gözlenmiştir. Döllenmeden 6-7 dakika sonra başlayan şok ile %90'dan yüksek triploid oranı elde edilmiştir. Bu çalışma da büyük hacimdeki yumurtalara (150-300 ml) triploid uygulaması değerlendirilmiş ve 0°C'nin altındaki sıcaklık uygulamasının etkisi incelenmiştir. Değerlendirmede kullanılan toplam şok sıcaklığı ortalama şok sıcaklığı ile şok süresinin çarpımıyla elde edilmiştir. 0°C'nin altında yoğun miktarda yumurtaya yapılan uygulamanın başarısı için soğutulmuş suyun -2°C olması gerekliliği önerilmiştir. Yumurtaların çıkışı, döllendikten 5 gün sonra yaklaşık 1 gün sürmüş, yaşam oranı çıkıştan 1 gün sonra sayılan larvaların başlangıçtaki yumurta sayısına oranı şeklinde hesaplanmıştır. Yaşam oranı şoka başlama süresi uzadıkça ve şok derecesi düştükçe azalmıştır.

Mori vd. (2004), Japonya'da Barfin pisi balığında triploid ve ginogenetik diploid bireyler elde etmek için soğuk şoku ve basınç şoku uygulamıştır. Yumurtalar -1,5°C'de döllenmeden 9 dakika sonra 90 dakika süre ile soğuk şoka maruz bırakılmıştır. Bu işlem sonucunda, triploid oranı %90,9 olurken triploidlerin çıkış oranı kontrole göre %29,2 olmuştur.

Mori vd. (2006), triploid Barfin pisi balığının yetiştiricilik performansı üzerine Japonya'da yaptığı çalışma ile cinsiyet oranı, cinsel olgunlaşma, büyüme gibi konuları irdelemiştir. Birlikte tutulan triploid balıklarda cinsiyet oranı eşit fakat ayrı ayrı tutulan triploid balıklarda dişilerin oranının daha fazla olduğu belirtilmiştir. Triploid dişilerin gonado somatik indeks (GSI) değerleri yumurtlama döneminde dahi oldukça düşük ve yumurtalıklarının gelişmemiş olduğunu ve bu nedenle triploid dişilerin steril olduğunu ifade etmişlerdir. Triploid erkeklerin ise anormal görünümlü spermatozoa ürettikleri ve döyledikleri yumurtalardan yavru elde edilemediği dolayısıyla triploid erkek balıklarında fonksiyonel olarak steril olduklarını belirtmişlerdir. Triploid erkek balıkların diploid balıklardan daha yavaş büyümeekte olduğunu, benzer şekilde triploid dişi balıkların diploid dişilerden yavaş veya aynı miktarda büyüme sergilediğini rapor etmişlerdir.

Peruzzi ve Chatain (2000), deniz levreği yumurtalarında ikinci kutup hücresinin tutulması ile ilgili uygun şartları çalışmıştır. Araştırmacıların soğuk şok ve basınç işlemlerinin uygulama sürelerini ve uygulamanın döllenmeden sonra başlama zamanları ile ilgili belirlediği optimum şartlar; soğuk şok için, yumurtaların döllenmeden 5 dakika sonra 15-20 dakika süre ile 0-1°C de tutulmaları, basınç şoku için ise döllenmeden 6 dakika sonra 8500 psi de 2 dakika süre ile muamele edilmeleridir.

Cal vd. (2006a), İspanya'da ginogenetik diploid kalkan balığında büyüme ve gonad gelişmesini çalışmıştır. Yumurtaların döllenmesinde kullanılan sperm mor ötesi ışına (30 000 erg mm²) maruz bırakılmıştır. Yumurtalar, 2. polar cisimciği muhafaza edebilmeleri için 13-14 °C sıcaklıktan -1 ile 0°C sıcaklığa döllenmeden 6,5 dakika sonra 25 dakika süre ile maruz bırakılmıştır. Üretilen 33 kontrol 33 ginogenetik kalkan pit tag ile bireysel markalanmıştır. Balıklar normal üretim koşullarında büyütülmüşlerdir. Balıkların gonad gelişimleri incelenmiştir. Bu çalışmadaki kalkan balıklarının 9 aydan 36 aya kadar olan dönemdeki yaşam oranı kontrol grubunda %96,7, ginogenetikte ise %87,9 olarak gerçekleşmiştir. Kontrol grubunda dişi:erkek oranı 1:1, fakat ginogenetikte 1Erkek:3Dişi, bir başka çalışmada ginogenetikte 0Erkek:1Dişi görülmüştür. Bu çalışma ile ginogenetik diploid kalkan balıklarının canlılıkları, büyümeleri, cinsiyet oranları ve gonad gelişimleri incelenmiş ve böylece ginogenetik diploid kalkanın biyolojik verilerinin tespit edilmesi, kültür şartlarına uyarlanması ve türün cinsiyet belirleme mekanizmaları ile ilgili bilgiler elde edilmiştir.

Cal vd. (2006b), Kalkan balığında yaptıkları bir diğer çalışmada diploid ve triploid bireylerin büyüme ve gonad gelişimlerini karşılaştırmışlardır. Triploid durumunu

belirlemek için 6 aylık balıklarda eritrositlerin boyutları ölçülmüştür. Kontrol grubunun eritrosit boyu $10,0 \pm 0,21 \mu\text{m}$, soğuk sok uygulanmışların boyutu ise $15,0 \pm 0,26 \mu\text{m}$ olarak belirlenmiştir. Yaşama oranı 6 aydan 24 aya kadar olan sürede diploidler için %86, triploidler için ise %94 olarak tespit edilmiştir. 24 aydan 48 aya kadar olan sürede ise yaşam oranı diploidler için %91 ve triploidler için %100'dür. Bunun nedeni triploid bireylerde gonad gelişimi dolayısıyla üreme olmadığından, üreme sezonu sonrası ölümler görülmemesidir. Diploid balıklarda 6 aydan 48 aya kadar olan sürede boy, 15,7 cm'den 51,5 cm'ye ve ağırlık 83,8 g'dan 2934,5 g'a ulaşmıştır. Triploidlerde ise aynı sürede boy olarak büyüme, 15,9 cm'den 53,9 cm'ye ve ağırlık 83,6 g'dan 3608 g'a ulaşmıştır. İlk yıllık büyümelerde bir farklılık tespit edilmemiş bununla birlikte ilerleyen aylarda özellikle 24 aydan sonra triploid balıklarda diploid balıklardan daha fazla (ortalama %11,4) ağırlık artışı görüldüğü belirtilmiştir. Dişilerin gonadosomatik indeksi triploidlerde diploidlerden önemli derecede farklı bulunmuştur. Diploid dişi ve erkeklerin gonadları iyi gelişmiştir. Görsel olarak diploid ve triploidlerin testislerinin benzer olduğu, triploidlerin ovaryumlarının diploidlerinkinden oldukça küçük olduğu gözlenmiştir.

Öztürk (1998), *Oncorhynchus mykiss*'in triploidleştirmesini yaparak, triploid ve diploidlerin erken hayat dönemlerini karşılaştırmıştır. Kromozom sayım yöntemiyle %80-%90 lık triploidliğe dönüşüm sağlanmıştır. Yüksek lisans tezi olarak yapılan bu çalışmada triploid balıkların 60. güne kadar olan yaşam oranları diploid balıkların aynı dönemdeki yaşam oranlarından %20 düşük bulunmuştur.

Ünlü (2004), sıcak ve soğuk şok yöntemiyle elde edilen triploid gökkuşuğu alabalıklarında anatomik ve histolojik gelişim bozukluklarının tespiti üzerine çalışmıştır. Yumurtalar, döllenmeden 26 dakika sonra $27,5^{\circ}\text{C}$ 'de 10 dakika süre ile sıcak şoka, döllenmeden 26 dakika sonra $2-4^{\circ}\text{C}$ 'de 20 dakika süre ile soğuk şoka maruz bırakılmışlardır. Ortalama eritrosit boyu ölçülerek elde edilen triploidleşme oranları, sıcak şok için %70 ve soğuk şok grubu için %80 olmuştur. 8 aylık çalışma sonunda diploidler ortalama 173,6 g ağırlığa ulaşırken, sıcak şok grubu 157,4 g ve soğuk şok grubu 172,2 g ağırlığa ulaşmışlardır. Triploid gruplarda daha yüksek oranda iskelet bozuklukları görülmüştür. On dokuz ayın sonunda diploid ve triploid erkeklerin gonad yapısı birbirine benzer bulunmuştur. Diploid dişilerde gonad gelişmesinin normal olduğu gözlenirken, triploidlerin ip benzeri, dejeneratif primer oositler içeren ovaryumlara sahip olduğu görülmüştür.

1.14. Çalışmanın Gerekçesi ve Amacı

Triploid canlı üreterek, balıkların büyümesinde, et kalitesinde ve yem değerlendirme oranında iyileştirilmeler sağlanırken aynı zamanda steril bireyler oluşturulmaktadır. Triploidi ile elde edilmesi muhtemel avantajların değerlendirilebilmesi için triploid uygulamanın neden olabileceği muhtemel olumsuzlukların da ortaya konulması gerekmektedir. Triploid uygulamasının erken dönemde yumurta, larva ve yavruların yaşam oranına, larva ve yavru büyümesine, yavruların farklı sıcaklık şartlarındaki performansı ve larval anormallikleri üzerine olan etkilerinin bilinmesi önemlidir. Bu nedenle, triploid Karadeniz kalkan balığının erken dönem performansının bilinmesine ihtiyaç vardır.

Triploid balıkların yetiştiricilik koşullarındaki performansları özellikle Salmonidae türlerinde yoğun olarak çalışılmış ve günümüzde triploidizasyon ticari düzeyde yaygın bir uygulama haline gelmiştir. Atlantik kalkanı (*Scophthalmus maximus*) üzerinde de bazı çalışmalar yapılmış (Piferrer vd., 2000, 2003; Cal vd., 2006a; Cal vd., 2006b), ancak sonuçları uygulamaya aktarılması gerçekleştirilememiştir. Bu da ilave çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Karadeniz kalkan balığı, Atlantik'deki hemcinslerinden tür düzeyinde olmasa bile önemli genetik farklılık göstermektedir. Buna yetiştiriciliğin gerçekleştirileceği Karadeniz'in ekstrem sayılabilecek oşinograik özellikleri de eklendiğinde, bu konuların Karadeniz kalkan balığında da çalışılması gereği ortaya çıkmaktadır.

Bu nedenle, çalışmada ülkemiz deniz balıkları yetiştiriciliğinde yeni türlerden biri olan Karadeniz kalkan balığında triploidi uygulamasının bu balığın erken dönem yetiştiricilik performansı (yaşama oranı, anormallikler ve büyüme) üzerindeki etkilerinin ortaya konması amaçlanmaktadır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal ve Metot

Araştırmada, Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü (SUMEA) deniz balıkları kuluçkahanesinde yürülmüştür. Çalışmada SÜMAE'de üretilen Karadeniz kalkan balığı, *Psetta maxima* yumurta, larva ve yavruları kullanılmıştır.

2.1.1. Damızlık Balıkların Hazırlanması ve Döl Alımı

Daha önce SUMEA'daki kuluçkahanede üretilmiş, 6 yaşında, 6 adet dişi (59,4±1,33 cm, 4085,9±294,7 g) ve 12 adet erkek damızlık (53,1±1,27 cm, 2778,4±157,24 g) Karadeniz kalkan balığı kullanılmıştır. Damızlık balıkların adaptasyonu için 1x2x0,5 m ebatlarında, bölme ile ayrılmış 3 adet adaptasyon tankı, bu tanklardaki su sıcaklığını kontrol etmek için ise birer adet 1 KW titanyum elektrikli ısıtıcı kullanılmıştır. Kuluçkahanenin anaç ünitesinde muhafaza edilen balıklar sağım öncesi adaptasyon için adaptasyon tanklarına nakledilmiştir. Buldukları 9,7°C lik su sıcaklığı günde 0,5°C artırılarak 14°C'ye ayarlanmıştır. Balıkların elektronik markası (PIT Tag TX1400L, Digital Angel Corporation, USA) okutulup kaydedildikten sonra kolay seçim yapabilmek için pektoral yüzgece plastik marka monte edilmiştir. Daha sonra anaç balıklara pelet formundaki hormon (des-Gly 10[D-Ala6]-LHRH-a) 1 kg dişi balık için 100 µg dozunda uygulanmıştır.

Suni dölleme amacıyla önce erkek balıklar kontrol edilerek olgunlaşmış olanlar seçilmiştir. Erkek balıkların karınlarına masaj yapılmış ve semen akışı görülenler olgun olarak değerlendirilmiştir. Erkek balıkların spermleri bir damla deniz suyu ile sulandırılmış ve hareketlilikleri x100 büyütme mikroskop altında (Nikon Eclipse 400) incelenmiştir. Spermleri hareketli olan erkek balıklar dölleme işleminde kullanılmak üzere ayrılmışlardır. Olgun balıklardan semen elde edilmeden önce karın bölgesine masaj uygulanarak mesanedeki üre ve boşaltım atıkları uzaklaştırılmıştır. Karın bölgesine, özellikle testislerin üst kısmına yapılan masajla elde edilen semen döllemede kullanılmıştır.

Olgunlaşmış olan dişi balıkların gözleri sağım masasında temiz bir bez havlu ile kapatılarak gonad bölgesi hafifçe sıvazlanarak elde edilen yumurta, darası alınmış temiz bir behere sağılmıştır. Yumurtaların suni olarak döllenmesinde yaş döllenme metodu kullanılmıştır (Chereguini vd., 1999; Maslova, 2002; Kjörsvik vd., 2003; Aydın 2008a). Yumurtalar cam beherde bulunan kuluçka suyu sıcaklığındaki deniz suyuna sağılmıştır (100 ml deniz suyu: 100 ml yumurta, 900 yumurta/ml). Daha önceden semen kalitesi belirlenmiş ve hazırlanmış olan erkek balığın semeni yumurtaların üzerine (1 ml semen/100 ml yumurta) direkt olarak sağılmış ve steril cam çubukla hafifçe karıştırılmıştır. Spermin yumurtalara ilave edildiği an döllenme zamanı olarak kaydedilmiştir. Döllenmeden 5 dakika sonra yumurtalar göz açıklığı 520 mikron olan plankton ağından yapılmış kepece kullanılarak deniz suyu ile yıkanmıştır.

2.1.2. Triploidizasyon

Kalkan balığında triploid bireyler elde etmek için balığın döllenmiş yumurtalarına soğuk şok uygulaması Piferrer ve diğ., (2000; 2003) ve Aydın (2008)'e göre yapılmıştır. Döllendikten sonra 14°C' de tutulan yaklaşık 200 g yumurta soğuk şok uygulamak için döllenmeden 6,5 dakika sonra, içerisinde istenilen sıcaklıkta (-1°C) deniz suyu bulunan 5 litrelik plastik kaba transfer edilmiştir. Bu kap ise -2,5°C'ye ayarlanmış soğutmalı inkübatöre (MIR 153, Sanyo, Japonya) yerleştirilmiştir. Yumurtaların buldukları suyun sıcaklığı 0,1°C hassas termometre (TR-52 T&D Corporation, Japonya) ile izlenmiştir. Şok başladıktan 20 dakika sonra soğuk su şokuna maruz kalan yumurtalar normal inkübasyon suyuna (~14°C) yerleştirilmiştir.

2.1.3. Yumurtaların Inkübasyonu, Döllenme ve Çıkış Oranları

Soğuk şok uygulanan yumurta grubu ve kontrol grubu yumurtalar her biri ayrı olmak üzere 50 litrelik kuluçka tanklarına yerleştirilmiştir. Inkübasyon için önce 5µm'lik ardından 1µm'lik kartuş filtreden geçtikten sonra mor ötesi ışın (UV) ile sterilize edilmiş 1,38 L /dak. debide ve %18 tuzluluktaki deniz suyu kullanılmıştır. Yumurtalar 1250 adet/l yoğunlukta stoklanmış ve 0,6 L/dak. hava sağlanmıştır. Deniz suyu sıcaklığı civalı standart termometre (0,1°C hassasiyetli) ile günde iki kez kaydedilmiştir. Yumurtaların

dezenfeksiyonu amacıyla döllenenmeden yarım saat sonra 100 mg/L pvp iyot solüsyonu 10 dakika süre ile uygulanmıştır.

Dölllenme oranı, 14°C’de dölllenme işleminden yaklaşık 2,5 saat sonra, yumurtalar 4 hücre safhasında iken tahmin edilmiştir. Dölllenme oranını ve döllenen yumurta miktarını tahmin etmek için hafifçe havalandırılan inkübasyon tankının farklı yerlerinden 50 ml’lik cam beherle 4 kez 20 ml’lik örnek alınmıştır. Yumurta örnekleri stereo mikroskop altında incelenerek döllenen yumurta ve toplam yumurta sayılmıştır. Alınan örneklerden hesaplanan ortalama değer kullanılarak dölllenme oranı ve kuluçka tankındaki su hacmine (45 l) göre toplam yumurta miktarı hesaplanmıştır. Böylece kontrol ve soğuk şok gruplarından elde edilen dölllenme oranları karşılaştırılmıştır.

Çıkış oranını hesaplamak için yavaşça havalandırılan kuluçka tankının farklı yerlerinden 50 ml’lik cam beherle 4 kez 20 ml’lik örnek alınmış ve Leica MZ8 marka stereo mikroskop kullanılarak örnekteki larvalar sayılmıştır. Kuluçka tankındaki toplam larva sayısı, örneklerden elde edilen ortalama larva sayısı ve kuluçka tankındaki su hacmi (45 L) kullanılarak hesaplanmıştır. Döllenen yumurtadan çıkış oranı (%), kuluçka tankına yerleştirilmiş toplam döllenen yumurta sayısı ile kuluçka tankında hesaplanan prelarva miktarı oranlanarak bulunmuştur. Böylece kontrol ve soğuk şok gruplarından elde edilen çıkış oranlarının karşılaştırılmıştır.

2.1.4. Larva Üretim Koşulları

Soğuk şok uygulanan gruptan ve kontrol grubundan elde edilen prelarvalar 200 litre hacimli yuvarlak fiberglas tanklara 20 larva/litre yoğunluğunda üç tekerrürlü olarak stoklanmıştır (Şekil 3). Larvaların büyütülmesinde yeşil su tekniği uygulanmıştır. 3. günde ağız ve anüsün açılmasıyla prelarval dönem sona ermiş ve 12. güne kadar tanklara alg ile birlikte rotifer verilmiştir. Alg olarak *Nannochloropsis* sp. 500×10^3 hücre/ml, rotifer olarak S tip (*Brachionus rotundiformis*), 4-16 adet/ml olacak şekilde günde 4 öğün larvalara verilmiştir. 8-17. günlerde larvalar rotiferin yanında *Artemia nauplii* (0,15-0,3 adet/ml) (430 µm, Global Aqua Feed) ile beslenmiştir. Araştırmada kullanılan canlı yemlerden fitoplankton ve rotifer kültürünün tüm aşamaları, artemia kistlerinin açılması SÜMAE deniz balıkları kuluçkahanesi’nde gerçekleştirilmiştir. Rotifer ve *Artemia* zenginleştirilmesinde kültür balığı yemi zenginleştiricisi (Red-Pepper, Bern Aqua, Belçika, %20 mikro kapsül balık yağı, %4 mikro alg, %3 kalamar eti) kullanılmıştır. 25. günden

itibaren larvalara mikro partikül yem (Larviva Dana feed A/S) verilmeye başlanmıştır. Larva tanklarına canlı yem girişi 45. günde kesilmiştir. 25. günde 100 µ olarak verilmeye başlanan suni yem (Larviva Dana feed, Danimarka) 90 günlük deneme sonuna kadar artırılarak 3mm'ye çıkarılmıştır. Larval dönem boyunca pH $7,9\pm 0,2$ olarak ölçülmüştür. Larval üretimin başında 14°C olan sıcaklık günde 1°C artırılarak 21°C'ye yükseltilmiştir.



Şekil 3. Yeşil su tekniği uygulanan larva büyütme tankları

Larvalara canlı yem verilene kadar su değişimi yapılmamış, 3. günde ağzın açılması ve canlı yem girişi ile %35 oranında su değişimi başlatılmıştır. Su değişimi larvalar büyüdükçe (3 günlük aralıklarla) artırılarak 30 günlük olunca %300 olacak şekilde ayarlanmıştır. Canlı yemle besleme süresince su değişiminde larvaların kaçmasını önlemek için başlangıçta 300 µ, larvalar büyüyünce ise (15. günde) 400 µ'luk deşarj ağı kullanılmıştır. 40. günden sonra ise ince delikli deşarj boruları kullanılmıştır.

2.1.5. Plodidinin Larvaların Yaşama Oranı ve Büyümeleri Üzerine Etkileri

Larvaların büyüme ve yaşama oranları üzerine plooidinin etkilerinin belirlenmesi için soğuk şok ve kontrol grubuna ait larvaların 40. ve 90. gündeki yaşama oranları ve büyümeleri karşılaştırılmıştır. 40. günde balıklar buldukları tanklarda yoğun olmalarından dolayı yarı yarıya seyreltilmiş ve 90. günde aynı tanklarda bulunan balıklardan değerlendirme yapılmıştır. 90. günde tanklardaki yavru balıklar sayılmış, her tanktan rastgele alınan 35 adet balığın total boyları ve ağırlıkları ölçülmüştür. Deneme başlangıcındaki larva sayısı ile deneme sonundaki larva/yavru sayıları oranlanarak elde edilen yaşama oranları karşılaştırılmıştır.

2.1.6. Ön Büyütme Döneminde Yavru Balıkların Büyüme ve Yem Değerlendirme Performansları Üzerine Plodidinin Etkileri

Metamorfoz sonrası seçilen normal görünümlü 3 aylık balıklar denemede kullanılmıştır. Deneme 500 litrelik tanklarda 3x2 x2 (tekerrür x ploidi x sıcaklık) faktöriyel şeklinde 16°C ve 22°C’de gerçekleştirilmiştir. Deneme iki periyot halinde yürütülmüştür. Birinci periyotta uygulanan sıcaklık rejimi yukarıda açıklandığı gibidir. İkinci periyotta ise 16°C’de tutulan balıkların sıcaklığı 22°C’ye çıkarılmış ve kalan sürede tüm gruplar aynı sıcaklıkta tutulmuştur. Deneme 16 hafta devam etmiştir. Her bir tanka 85 adet balık yerleştirilmiş olup 510’u soğuk şok grubu 510’u da kontrol olmak üzere toplam 1020 adet balık kullanılmıştır. Tanklardaki tuzluluk, pH ve çözünmüş oksijen miktarları haftalık olarak ölçülmüştür. Tuzluluk değerleri her iki grup için ($\bar{x} \pm SH$) %17,8±0,04 ve pH ($\bar{x} \pm SH$) diploid grup için 8,02±0,07 ve triploid grup için 8,04±0,07 olarak ölçülmüştür. Oksijen doygunluğu sürekli havalandırma yapılarak %80’in üzerinde sağlanmıştır. Balıklar doyuncaya kadar ticari kalkan yemi (Turbot Dan-ex 1562, Dana Feed; 4 mm; %58,0 protein; %15,0 yağ; 5162 kcal/g büyüme enerjisi) ile günde üç kez beslenmiştir. Deneme süresince tüketilen yem miktarının doğru bir şekilde belirlenebilmesi için, her yemlemeden sonra tanklarda tüketilmeden kalan peletler sayılmış, belirlenen ortalama pelet ağırlığı ile çarpılıp balıklara verilen yem miktarından çıkarılmıştır [Tüketilen yem miktarı = verilen yem miktarı- (tüketilmeyen yem miktarı x ortalama pelet ağırlığı)]. Her bir balık ağırlıkça ve boyca iki haftada bir ölçülmüştür. Denemede kontrol ve şok grubu için yaşama oranlarının yanında aşağıdaki formüllere (Imsland vd., 2001) göre spesifik büyüme oranı

(SBO), kondisyon faktörü (KF), yem değerlendirme oranı (YDO) ve günlük yemleme oranı (YO) gibi parametrelerde incelenmiştir.

$$SBO = ([\ln (\text{Son Ağırlık, g}) - \ln (\text{İlk Ağırlık, g})] / \text{Gün}) * 100, \quad (1)$$

$$KF = (\text{Vücut Ağırlığı} / \text{Boy}^3) * 100, \quad (2)$$

$$YDO = \text{Yem Alımı} / \text{Ağırlık Artışı}, \quad (3)$$

$$YO(\%) = (100 * \text{tüketilen yem} / ((\text{Deneme başlangıcındaki toplam balık ağırlığı} + \text{Deneme sonundaki toplam balık ağırlığı}) / 2)) / \text{gün sayısı} \quad (4)$$

2.1.7. Sıcaklığın Triploid Balıklara Etkisi

Kalkan balıklarının 22°C, 18°C, 14°C ve Karadeniz'in doğal sıcaklığında (yaklaşık 10 °C) büyümeleri 12 hafta süre ile izlenerek plooidinin ekstrem sıcaklık koşullarındaki etkisi belirlenmiştir. Deneme 4x3x2 (sıcaklık x tekerrür x ploidi) faktöriyel şeklinde gerçekleştirilmiştir. Her bir tanka ortalama 45 g ağırlığında 40'ar adet balık yerleştirilmiş olup 480'i triploid 480'i diploid olmak üzere toplam 960 adet balık kullanılmıştır. Her bir balık bireysel olarak markalanmıştır. Tanklarda su derinliği 45 cm ve su değişimi ise günde 20 kez olarak ayarlanmaktadır. Balıklar günde iki kez doyana kadar ticari pelet yemle beslenmiştir. Yemlemeden sonra yem ve dışkı atıkları sifonlama ile toplanmıştır. Her bir balık ayda bir ağırlıkça ve boyca ölçülmüştür. Deneyde istenilen su sıcaklıkları, rezerv tanklarındaki suyun ısıtılması ile uygun su sıcaklığına ulaşan sistemlerin kullanılması ile sağlanmıştır.

Çalışma yapılan tüm tanklarda sabah ve akşam olmak üzere günde iki kez termometre ile sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Tuzluluk değerleri tüm gruplar için %16,9±0,1 ve pH diploid ve triploid grup için 7,9±0,03 olarak ölçülmüştür. Oksijen doygunluğu sürekli havalandırma yapılarak %80'in üzerinde sağlanmıştır. Balıklar doyuncaya kadar ticari kalkan yemi ile günde üç kez beslenmiştir. Deneme süresince tüketilen yem miktarının doğru bir şekilde belirlenebilmesi için, her yemlemeden sonra tanklarda tüketilmeden kalan peletler sayılmış, belirlenen ortalama pelet ağırlığı ile çarpılıp balıklara verilen yem miktarından çıkarılmıştır. Her bir balık ağırlıkça ve boyca iki haftada bir ölçülmüştür. Deneyde istenilen su sıcaklıkları, rezerv tanklarındaki suyun ısıtılması ile uygun su sıcaklığına ulaşan sistemlerin kullanılması ile sağlanmıştır. Denemede kontrol ve şok grubu için elde edilen SBO, KF, YDO ve yaşama oranları gibi parametreler

karşılaştırılmıştır. Ayrıca büyüme ve yem değerlendirme için optimum sıcaklık değerleri belirlenmiştir.

2.1.8 Morfometrik Analizler ve Anormalliklerin Değerlendirmesi

Triploid uygulaması ile kemik ve kıkırdak yapısında meydana gelebilecek bozulmalar ve anormal yapıların belirlenmesi, balıkların şekilsel değişimlerinin ortaya çıkarılması açısından oldukça önemlidir. Oluşabilecek anormal yapılar değerlendirilerek, deformasyonların biçimi ve görülme zamanları diploidlerle karşılaştırılmıştır. Larvalar yumurtadan çıktıktan sonraki 60 günlük süre içinde periyodik olarak örneklenmiş ikili boyama yöntemi ile kıkırdak kemik dokularının gelişimi ve bu yapılardaki anormallikler incelenmiştir. Balıklarda deformasyonların saptanması için örnekler %10 formalin içerisinde tespit edilmiş ve daha sonra kıkırdak ve kemik yapının incelenebilmesi için alisian mavisi ve alizarin kırmızısı ile boyanmıştır (Pothoff, 1983; Aydın vd., 2008b). Örnekler boyama işlemi öncesinde ve sonrasında fotoğraflanmıştır. Larvalar (0-20 gün) stereo mikroskop (Leica MZ 7,5) altında dijital fotoğraf makinesi (C5050Z Olympus Optical Co., Ltd.) ile fotoğraflanmış, daha büyük larvalar ise (25-60 gün) aydınlatmalı fotoğraf standında ve makro objektifli dijital fotoğraf makinesi (Canon EOS 450D) ile fotoğraflanmıştır. Resimler üzerinden morfometrik ve deformasyon analizleri Tablo 1’de belirtilen sınırlarda yapılmıştır. Deformasyon oranı, deforme larva sayısının toplam larva sayısına oranı ile bulunmuştur. Deforme larva başına düşen deformasyon sayısı ise deformasyon sayısının deforme larva sayısına oranı ile hesaplanmıştır.

Tablo 1. Diploid ve triploid kalkan larva ve yavrularında incelenen bölgeler ve anormallik tipleri

BÖLGELER
Dermal İskelet
Kuyruk Yüzgeci
Sırt Yüzgeci
Anal Yüzgeç
Pektoral Yüzgeç
Appendikular İskelet
Aksiyal İskelet (Cranium)
Aksiyal İskelet (Vertebral Column)
Sefalik Bölge
Prehemal bölge
Hemal bölge
Kaudal Bölge
ANORMALİKLER
Lordosis
Kyphosis
Skolliosis
Vertebral erime
Vertebral malformasyon
Malforme olmuş neural yay ve/veya diken
Malforme olmuş hemal yay ve/veya diken
Malforme olmuş ışın (deforme, yok veya erimiş)
Malforme olmuş pterigophore (deforme, yok veya erimiş)
Malforme olmuş hipural (deforme, yok veya erimiş)
Malforme olmuş epural (deforme, yok veya erimiş)
Fazla/az sayıda vertebra
Malforme olmuş dentale
Malforme olmuş çene kemiği ve/veya ön çene
Solungaç kapağı eksikliği
Çift kaudal yüzgeç oluşumu

2.1.9. Verilerin İstatistiksel Analizleri

Döllenme oranlarının karşılaştırılmasında ki-kare (χ^2) testi kullanılmıştır. Verilerin normallik testi için Kolmogorov-Smirnov, varyansların homojenitesi için Levene testi, karşılaştırmalar için tek yönlü, çift yönlü, (nested) ANOVA ve gruplar arası farklılıklar için Student-Newman-Keuls testi kullanılmıştır. Normal dağılım olmadığında ise Kruskal-Wallis kullanılmıştır. İstatistiksel analizler STATISTICA 7.0 (Stat Soft. Inc. Tulsa, Oklahoma, USA) ve Excel (Microsoft, USA) kullanılarak yapılmıştır. İstatistik hesaplamalarında Zar (1999)'ın Biostatistical Analysis kitabından yararlanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Döllenme ve Çıkış Oranları

Kontrol ve soğuk şok gruplarının arasında döllenmiş yumurta oranı açısından önemli bir farklılık görülmemiştir ($P>0,05$). Döllenme oranı kontrol için ortalama (\pm SH) %64,1 \pm 3,16, soğuk şok için ortalama %58,6 \pm 3,09 olarak bulunmuştur (Tablo 2). Yumurtalar 14,2 \pm 0,16°C'de kuluçkalanmış ve 5 günde açılmıştır. Çıkış oranı kontrol için ortalama %72,5 \pm 5,76 ve soğuk şok için ortalama %68,2 \pm 2,95'dir (Tablo 2). Kontrol grubu ile soğuk şok grubu arasında çıkış oranları açısından önemli bir farklılık görülmemiştir ($P>0,05$).

Tablo 2. Soğuk şok ve kontrol grubu yumurtalardan elde edilen döllenme ve çıkış oranları

Anaç No	Döllenme Oranları (%)		Çıkış Oranları (%)	
	Diploid	Triploid	Diploid	Triploid
1	68,9	50,7	52,8	59,4
2	63,5	53,7	91,1	77,6
3	70,2	66,7	65,2	63,2
4	70,0	65,3	73,6	66,9
5	50,0	51,0	85,5	76,2
6	62,0	64,2	66,6	66,0
Ortalama	64,1	58,6	72,5	68,2
Standart hata	3,16	3,09	5,76	2,95

3.2. Ploidinin Larvaların Yaşama Oranı ve Büyümleri Üzerine Etkileri

Larvaların 40. günde soğuk şok uygulanan grubun ortalama yaşam oranı %22,3 \pm 1,70 iken kontrol grubunun (diploid) yaşam oranı %26,5 \pm 2,67 olarak belirlenmiştir. Larvaların 90. gündeki yaşam oranı ise 40. gündeki stoklanan larva sayısı ile 90. gün sonunda elde edilen canlı larvaların sayıları oranlanarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre; 90.

günde ortalama yaşam oranı soğuk şok grubu için %95,9±0,95 ve kontrol grubu için %98,2±1,04'dür. Yaşam oranları açısından soğuk şok grubu ile kontrol grubu arasındaki fark her iki dönem için (0–40. gün ve 40–90. gün) önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

Erken dönemde triploidinin balık büyümesine etkilerini değerlendirmek için iki denemenin total boy verileri değerlendirilmiştir. Yumurtadan çıkan, 0. günlük prelarvaların toplam boyu kontrol grubu için 2,9±0,02 mm ve soğuk şok grubu için 2,9±0,02 mm'dir. 40. günde soğuk şok grubunun ortalama toplam boyu 25,0±0,19 mm ve kontrol grubunun ortalama toplam boyu ise 25,1±0,19 mm'dir (Tablo 3). Aynı dönemde plodiler balık ağırlığı yönünden karşılaştırılmış olup soğuk şok grubunun ortalama ağırlıkları 1,96±0,04 g ve kontrol grubunun ortalama ağırlıkları 2,04±0,05 g'dır (Tablo 3). Larvaların boy ve ağırlıkları arasındaki fark önemli bulunmamıştır.

Soğuk şok grubunun ortalama total boyu ile kontrol grubunun ortalama total boyu 6,1±0,05 cm olarak ölçülmüştür (Tablo 3). Balıkların ağırlıkları yönünden elde edilen sonuçlar ise, soğuk şok grubunun ortalama ağırlıkları 3,8±0,09 g ve kontrol grubunun ortalama ağırlıkları 4,0±0,10 g'dır (Tablo 3). Doksanıncı günde larvaların boy ve ağırlıkları arasındaki fark istatistikî olarak önemli bulunmamıştır.

Tablo 3. Soğuk şok ve kontrol grubu kalkan balığı larvalarının 40. gün ve 90. günlerdeki boy ve ağırlıkları (N=105, $\bar{x} \pm SH$)

	Boy		Ağırlık	
	0-40 gün (mm)	40-90 gün (cm)	0-40 gün (mg)	40-90 gün (g)
Kontrol (Diploid 2n)	25,1±0,19	6,1±0,05	203,9±5,00	4,0±0,10
Soğuk şok (Triploid 3n)	25,0±0,19	6,1±0,05	196,3±4,28	3,8±0,09

3.3. Yavru Balıkların Büyüme, Yaşam Oranı ve Yem Değerlendirme Performansları Üzerine Plodinin Etkileri

Deneme süresince tüm grupların yaşam oranı %100'dür. Deneme başlangıcında ve sonunda balıkların boy ve ağırlıkları ($\bar{x} \pm SH$) Tablo 4 ve Tablo 5'te verilmiştir. Denemenin I. periyodunun sonunda 21°C'de büyütülen diploid ve triploid balıkların ağırlıkları 16°C'de büyütülen balıkların ağırlıklarından önemli derecede farklıdır. On altı derecede tutulan triploid balıkların ağırlıkları ise diploid balıkların ağırlıklarından önemli

derecede düşüktür (Tablo 5). Denemenin II. Periyodunda ise 16°C’de büyütülen triploid balıkların ağırlıkları diğer tüm gruplardan önemli derece düşüktür. Diğer tüm grupların ağırlıkları arasında önemli bir fark yoktur (Tablo 5).

Tablo 4. Diploid ve triploid kalkan balıklarının 7 Ağustos ve 26 Kasım tarihleri arasında ölçülen boy verileri (N=255, $\bar{x} \pm SH$) (P<0,05)

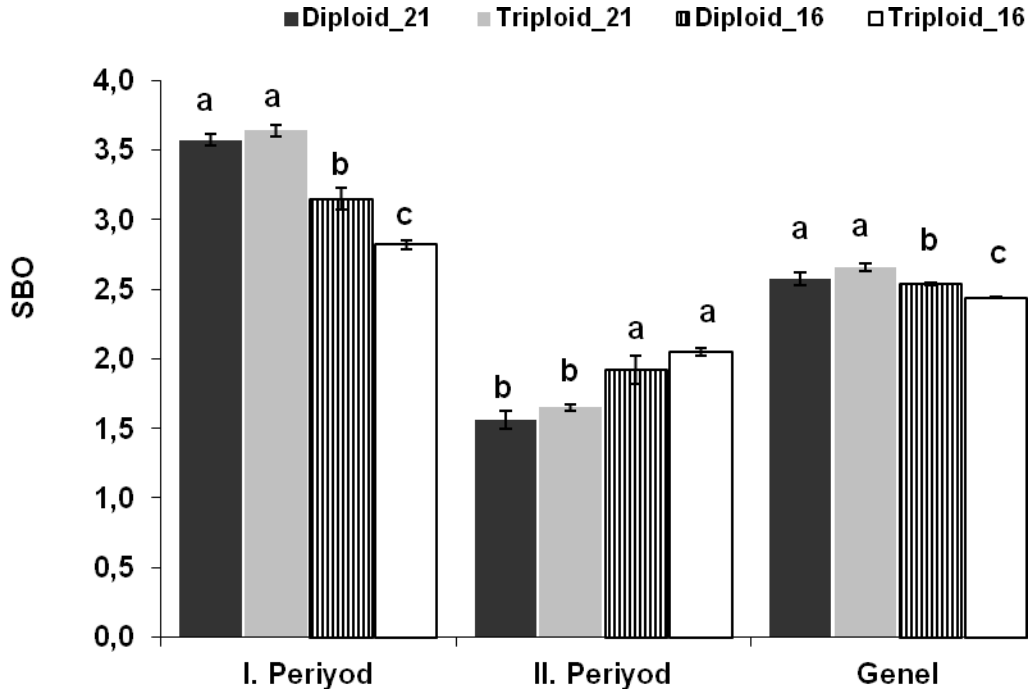
Ploidi	Sıcaklık (°C)	7 Ağu.	21 Ağu.	4 Eyl.	18 Eyl .	2 Eki.
Diploid	16	6,4±0,1 ^a	7,7±0,1 ^b	8,6±0,1 ^b	9,8±0,1 ^b	11,4±0,1 ^b
	21	6,5±0,1 ^a	8,2±0,1 ^a	9,8±0,1 ^a	11,4±0,1 ^a	12,5±0,1 ^a
Triploid	16	6,5±0,1 ^a	7,1±0,1 ^c	7,7±0,1 ^c	9,3±0,1 ^c	10,7±0,1 ^c
	21	6,5±0,1 ^a	8,0±0,1 ^{ab}	9,5±0,1 ^a	11,3±0,1 ^a	12,6±0,1 ^a
		2 Eki.	16 Eki.	30 Eki.	14 Kas	26 Kas
Diploid	16/21	11,4±0,1 ^b	12,7±0,2 ^b	14,2±0,2 ^{ab}	15,5±0,2 ^{ab}	16,5±0,2 ^a
	21	12,5±0,1 ^a	13,6±0,2 ^a	14,9±0,2 ^a	15,7±0,2 ^a	16,8±0,2 ^a
Triploid	16/21	10,7±0,1 ^c	12,2±0,1 ^c	13,7±0,1 ^b	14,9±0,2 ^b	15,9±0,2 ^b
	21	12,6±0,1 ^a	14,0±0,1 ^a	15,2±0,1 ^a	16,4±0,2 ^a	17,3±0,2 ^a

Tablo 5. Diploid ve triploid kalkan balıklarının 7 Ağustos ve 26 Kasım tarihleri arasında ölçülen ağırlık verileri (N=255, $\bar{x} \pm SH$) (P<0,05)

Ploidi	Sıcaklık (°C)	7 Ağu.	21 Ağu.	4 Eyl.	18 Eyl .	2 Eki.
Diploid	16	4,4±0,1 ^a	7,5±0,8 ^b	11,0±0,5 ^b	16,0±0,8 ^b	25,5±1,0 ^b
	21	4,3±0,1 ^a	8,9±0,3 ^a	15,6±0,5 ^a	24,1±0,8 ^a	31,9±1,2 ^a
Triploid	16	4,2±0,1 ^a	5,2±0,2 ^c	6,9±0,3 ^c	13,0±0,5 ^c	20,2±0,7 ^c
	21	4,1±0,1 ^a	8,1±0,3 ^{ab}	14,2±0,4 ^a	22,7±0,6 ^a	31,6±0,8 ^a
		2 Eki.	16 Eki.	30 Eki.	14 Kas	26 Kas
Diploid	16/21	25,5±1,0 ^b	34,1±1,3 ^b	48,6±1,7 ^{ab}	60,7±2,5 ^a	73,1±3,1 ^a
	21	31,9±1,2 ^a	41,8±1,6 ^a	53,4±2,1 ^a	61,9±2,7 ^a	75,4±2,9 ^a
Triploid	16/21	20,2±0,7 ^c	29,0±0,9 ^c	42,0±1,3 ^b	53,0±1,4 ^b	62,5±2,1 ^b
	21	31,6±0,8 ^a	43,1±1,1 ^a	55,1±1,7 ^a	67,4±2,4 ^a	78,4±2,3 ^a

Denemenin I. periyodunun sonunda spesifik büyüme oranları incelendiğinde ploidi ve sıcaklığın etkili olduğu görülmektedir. Denemenin I. periyodunun sonunda 21°C’de büyütülen diploid ve triploid balıkların SBO’ları aynı fakat 16°C’de büyütülen balıklardan

önemli derecede yüksektir. 16°C derecede tutulan diploid balıkların SBO'ları ise triploid balıkların SBO'larından önemli derecede düşüktür (Şekil 4). Denemenin II. periyodunda ise 16°C'de büyütülen balıkların SBO'ları 21°C derece tutululardan önemli derecede yüksektir (Şekil 4).



Şekil 4. Ön büyütme denemesinin diploid ve triploid gruplarından elde edilen spesifik büyüme oranları ($N=3, \bar{x} \pm SH$)

YDO'ları incelendiğinde ploidi ve sıcaklığın etkili olduğu görülmektedir. Denemenin I. periyodunun sonunda triploid balıkların YDO'ları aynı fakat 16°C ve 21°C'de büyütülen diploid balıklardan önemli derecede yüksektir. 16°C'de tutulan diploid balıkların YDO'ları ise diğer tüm gruplardan düşüktür (Tablo 6). Denemenin II. periyodunda ise tüm grupların YDO'ları artmıştır. 16/21°C'de büyütülen diploid balıkların YDO'ları en iyi seviyededir (Tablo 6).

Toplam yem tüketimleri incelendiğinde denemenin I. periyodunun sonunda 21°C'de büyütülen triploid balıklar diğer gruplardan önemli derecede fazla yem tüketmişlerdir. 21°C'de büyütülen diploid balıklar ise 16°C'de büyütülen her iki gruptan önemli derecede fazla yem tüketmişlerdir (Tablo 6). Denemenin II. periyodunda ise tüm grupların yem

tüketimi artmış olup, yem tüketimi açısından gruplar arasındaki fark önemli değildir (Tablo 6).

Yemleme oranı açısından bakıldığında I. periyodunun sonunda 16°C’de büyütülen diploid balıklar en düşük değere sahipken en yüksek değere 21°C’de büyütülen triploid grup ulaşmıştır (Tablo 6). Denemenin II. periyodunda ise tüm grupların yemleme oranı azalmıştır. Yemleme oranı yönünden gruplar arasında önemli farklar gözlenmiştir (Tablo 6). Deneme süresince 1,50 ile 1,68 arasında değişen benzer kondisyon faktörü değerleri elde edilmiştir.

Tablo 6. Diploid ve triploid kalkan balıklarının yem dönüşüm oranları (YDO), toplam yem tüketimleri (Yt, g) ve yemleme oranları (YO%). (N=3, $\bar{x} \pm SH$)

Tarih	Ploidi	Sıcaklık	YDO	Yt	YO%
07.08/02.10	Diploid	16	0,59±0,007 ^c	979,8±36,64 ^c	1,62±0,027 ^c
		21	0,62±0,009 ^b	1327,7±57,75 ^b	1,82±0,016 ^b
	Triploid	16	0,68±0,008 ^a	932,6±16,10 ^c	1,82±0,017 ^b
		21	0,67±0,003 ^a	1555,7±37,09 ^a	2,08±0,016 ^a
02.10/26.11	Diploid	16/21	0,66±0,005 ^c	2337,8±60,73	1,27±0,027 ^b
		21	0,73±0,012 ^a	2450,9±60,36	1,41±0,015 ^a
	Triploid	16/21	0,70±0,003 ^{ab}	2380,0±53,98	1,17±0,028 ^c
		21	0,69±0,003 ^b	2564,4±49,64	1,14±0,005 ^c

3.4. Ploidinin Farklı Sıcaklıklarda Balıkların Büyüme, Yaşam Oranı ve Yem Değerlendirmeleri Üzerine Etkileri

Deney süresince balık ölümü görülmemiştir. Deney sonunda balıkların ortalama ağırlığına ploidinin etkisinin olduğu görülmüştür (Çift yönlü ANOVA, F(1, 948)= 6,398, P<0,05). 10 ve 14°C’de mart ayından itibaren diploid balıkların ortalama ağırlıklarının önemli miktarda (Çift yönlü ANOVA Student-Newman-Keuls çoklu karşılaştırma testi, P<0,05) yüksek olduğu gözlenmiştir (Tablo 7). Deney sonunda balık ağırlıkları değerlendirildiğinde 10°C ve 14°C’de diploid balıklar triploid balıklardan sırası ile %6,4 ve %6,1 daha yüksek ortalama ağırlığa sahip oldukları tespit edilmiştir. Sıcaklığın etkisi incelendiğinde (Çift yönlü ANOVA, F (3, 948)= 78,719, P<0,00001) her iki ploidide

deney sonunda 18°C’de en yüksek ortalama balık ağırlığı elde edilmiştir. Bunu takiben ortalama balık ağırlığı en yüksekten en düşüğe doğru sıralandığında 22°C, 14°C ve 10°C şeklindedir (Tablo 7). Bununla birlikte yapılan analizlerde balık ağırlığı yönünden ploidi sıcaklık etkileşiminin önemli olmadığı (Çift yönlü ANOVA, F(3, 948)= 0,748, P=0,523) görülmüştür.

Tablo 7. Farklı sıcaklıklarda 90 gün süre ile büyütülen tiploid ve triploid kalkan balıklarının deney süresince ortalama ağırlıkları (N=120, $\bar{x} \pm SH$). Farklı harfler her bir sıcaklıktaki ploidiler arasındaki farkın (Student-Newman-Keuls çoklu karşılaştırma testi, P<0,05) önemli olduğunu göstermektedir

Sıcaklık	Ploidi	Ağırlık (g)			
		Tarih			
		18 Ocak	18 Şubat	18 Mart	18 Nisan
10°C	Diploid	44,1±1,27 ^a	53,8±1,55 ^a	67,3±1,91 ^a	78.3±2.35 ^a
	Triploid	44,0±1,23 ^a	51,7±1,65 ^a	61,6±2,08 ^b	71.9±2.64 ^b
14°C	Diploid	44,2±1,40 ^a	57,2±1,91 ^a	76,3±2,60 ^a	95.0±3.39 ^a
	Triploid	43,8±1,22 ^a	54,2±1,85 ^a	72,5±2,70 ^b	88.9±3.59 ^b
18°C	Diploid	44,0±1,39 ^a	55,6±1,99 ^a	80,5±3,31 ^a	110.9±4.62 ^a
	Triploid	43,9±1,15 ^a	58,6±1,89 ^a	79,0±2,99 ^a	107.9±4.83 ^a
22°C	Diploid	44,5±1,35 ^a	57,3±2,10 ^a	72,2±2,79 ^a	97.3±3.65 ^a
	Triploid	44,3±1,28 ^a	56,0±2,25 ^a	71,8±3,25 ^a	96.9±5.01 ^a

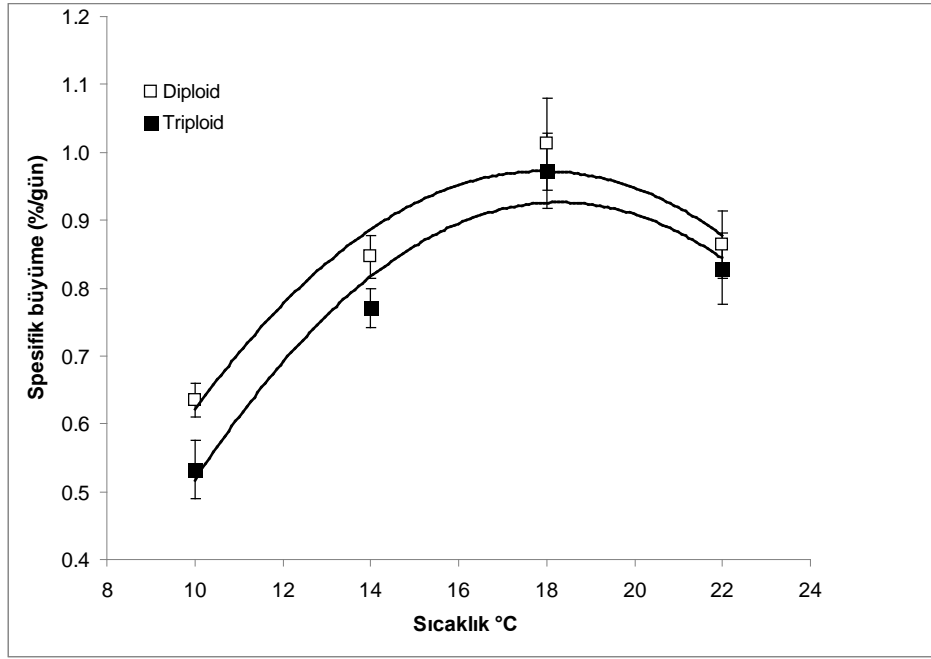
Balıkların büyümeleri incelendiğinde son ağırlıktakine benzer bir durum ortaya çıkmıştır. Spesifik büyüme üzerine ploidin ve sıcaklığın etkisinin olduğu fakat sıcaklık-ploidi etkileşiminin etkisiz olduğunu göstermiştir (Tablo 8). Spesifik büyüme oranları ($\bar{x} \pm SH$) diploid balıklar için 10°C, 14°C, 18°C ve 22°C’de sırası ile 0,63±0,023, 0,85±0,026, 1,01±0,036 ve 0,86±0,043 olarak bulunmuştur. Triploid balıklar için ise spesifik büyüme oranları 10°C, 14°C, 18°C ve 22°C’de sırası ile 0,53±0,030, 0,77±0,030, 0,97±0,040 ve 0,83±0,043’tür (Tablo 8). 10 ve 14°C’de diploid balıkların ortalama SBO önemli miktarda (Çift yönlü ANOVA Student-Newman-Keuls çoklu karşılaştırma testi, P<0,05) yüksek olduğu gözlenmiştir (Tablo 8). Düşük sıcaklıklarda triploid balıkların büyüme performanslarının daha yavaş olduğu gözlenmiştir. Spesifik büyüme oranı sıcaklığın 10°C’den 18°C’ye kadar yükselmesi ile artmakta 18°C’den 22°C’de yükselmesi durumunda ise azalmaktadır. Parabolik regresyona göre tahmin edilen spesifik büyüme oranı için optimum sıcaklık (Topt. SBO, $\pm SH$) diploid balıklar için 18,0±0,56°C ve

triploid balıklar için $18,2\pm 0,37^{\circ}\text{C}$ 'dir. Tüm sıcaklıklarda diploid balıklar daha yüksek büyüme göstermişlerdir (Şekil 5).

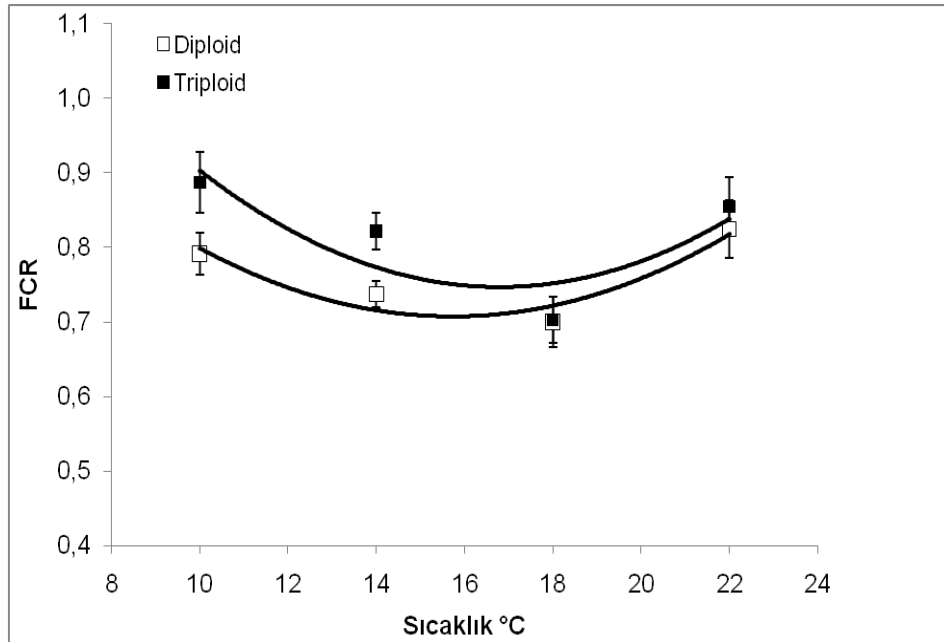
Yem değerlendirme oranları optimum sıcaklıklara yaklaşıldıkça değerlerin azaldığı optimumdan uzaklaşılması durumunda ise arttığı gözlenmiştir (Tablo 8). Sıcaklık ve ploidin yem değerlendirme üzerinde etkili, ancak sıcaklık-ploidi etkileşimi ise etkili değildir (Tablo 8). Parabolik regresyona göre tahmin edilen Topt. YDO (\pm SH) diploid balıklar için $16,2\pm 0,61^{\circ}\text{C}$ ve triploid balıklar için $16,7\pm 0,62^{\circ}\text{C}$ dir (Şekil 6).

Tablo 8. Dört farklı sıcaklıkta tutulan ve bireysel markalanmış diploid ve triploid kalkan balıklarının spesifik büyüme oranları (SBO) ($N=120$, $\bar{x} \pm$ SH), yem değerlendirme oranları (YDO), toplam yem tüketimleri (Yt) ve yemleme oranları (YO %). ($N=3$, $\bar{x} \pm$ SH) Değişik harfler farkın önemli olduğunu gösterir

Ploidi	Sıcaklık	SBO	YDO	Yt	YO%
Diploid	10°C	0,63 \pm 0,023 ^d	0,79 \pm 0,028 ^{ac}	1068,0 \pm 78,31 ^b	0,50 \pm 0,03 ^b
	14°C	0,85 \pm 0,026 ^b	0,74 \pm 0,086 ^{bc}	1497,3 \pm 43,42 ^a	0,62 \pm 0,02 ^a
	18°C	1,01 \pm 0,036 ^a	0,70 \pm 0,034 ^c	1861,0 \pm 159,87 ^a	0,69 \pm 0,04 ^a
	22°C	0,86 \pm 0,043 ^b	0,80 \pm 0,033 ^{ac}	1688,5 \pm 21,59 ^a	0,69 \pm 0,03 ^a
Triploid	10°C	0,53 \pm 0,030 ^e	0,89 \pm 0,040 ^a	994,9 \pm 105,05 ^b	0,49 \pm 0,04 ^b
	14°C	0,77 \pm 0,030 ^c	0,82 \pm 0,025 ^{ac}	1483,0 \pm 68,95 ^a	0,64 \pm 0,03 ^a
	18°C	0,97 \pm 0,040 ^a	0,72 \pm 0,032 ^{bc}	1786,9 \pm 153,18 ^a	0,68 \pm 0,04 ^a
	22°C	0,83 \pm 0,043 ^b	0,85 \pm 0,039 ^{ab}	1706,5 \pm 21,26 ^a	0,71 \pm 0,02 ^a
Two-wayANOVA					
Sıcaklık	P<	0,00001	0,0031	0,0001	0,0001
Ploidi	P<	0,00001	0,011	0,605	0,870
Sıcaklık ploidi etkileşimi	P<	0,28	0,61	0,95	0,912



Şekil 5. Dört farklı sıcaklıkta tutulan ve bireysel markalanmış diploid ve triploid kalkan balıklarının spesifik büyüme oranları (SBO) (N=120, $\bar{x} \pm SH$). $SBO_{dip} = -0,0056Sc^2 + 0,2012Sc - 0,8295$, $R^2 = 0,9498$, $SBO_{trip} = -0,006Sc^2 + 0,2182Sc - 1,0686$, $R^2 = 0,9521$

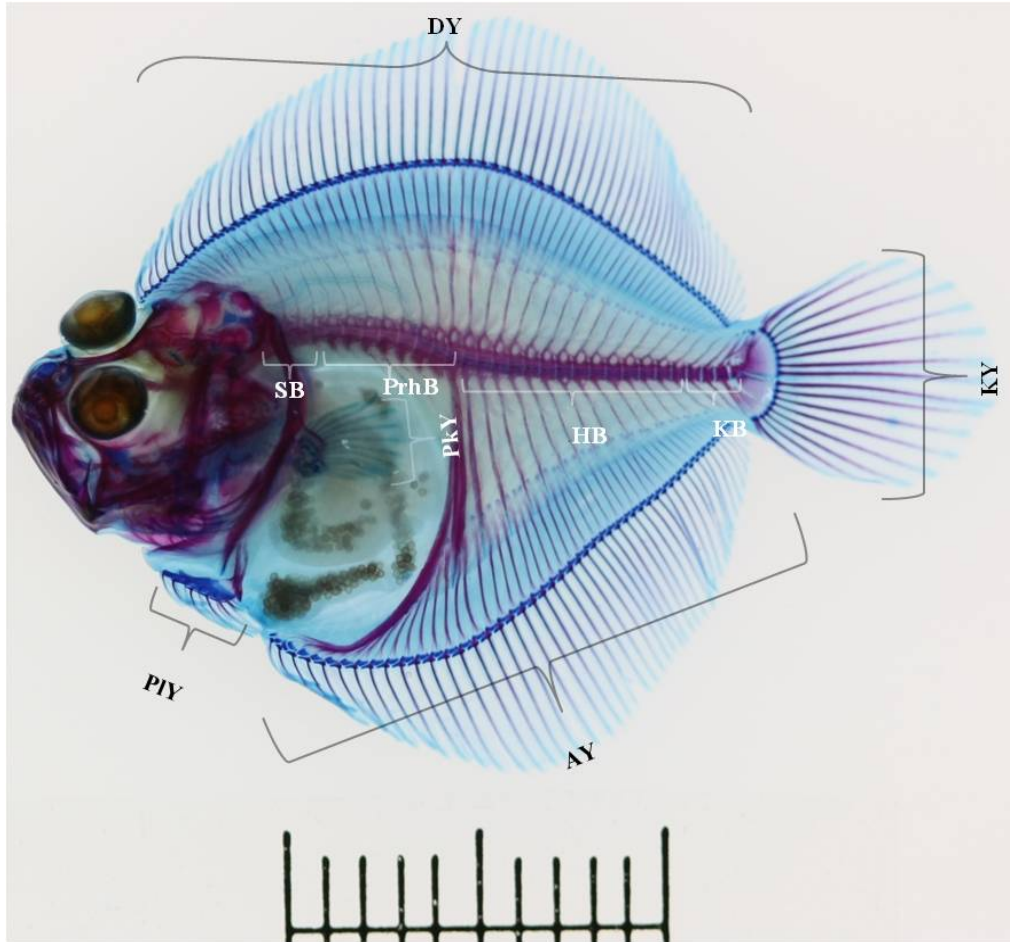


Şekil 6 Dört farklı sıcaklıkta tutulan diploid ve triploid kalkan balıklarının yem değerlendirme oranları YDO (N=3, $\bar{x} \pm SH$). $YDO_{dip} = 0,0028Sc^2 - 0,088Sc + 1,3992$, $R^2 = 0,889$; $YDO_{trip} = 0,0034Sc^2 - 0,1137Sc + 1,7021$, $R^2 = 0,727$

3.5. Meristik Analizler ve Anormalliklerin Değerlendirilmesi

3.5.1. Meristik Analizler

Meristik karakterlerin incelenmesi ve triploidinin etkisinin ortaya konulması için alınan örnekler incelenmiş ve meristik karakterlerin larvalar 20 günlük olduktan sonra sayılabilecek durumda olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda kalkan balığının erken gelişim döneminde 20. günden itibaren 60. güne kadar 5'er gün ara ile 30'ar adet olmak üzere diploid gruptan 270 adet ve triploid gruptan 270 adet toplam 540 larva ve/veya post larva değerlendirilmiştir. Balıkların meristik karakterleri Şekil 7'deki bölgelere göre incelenmiştir.



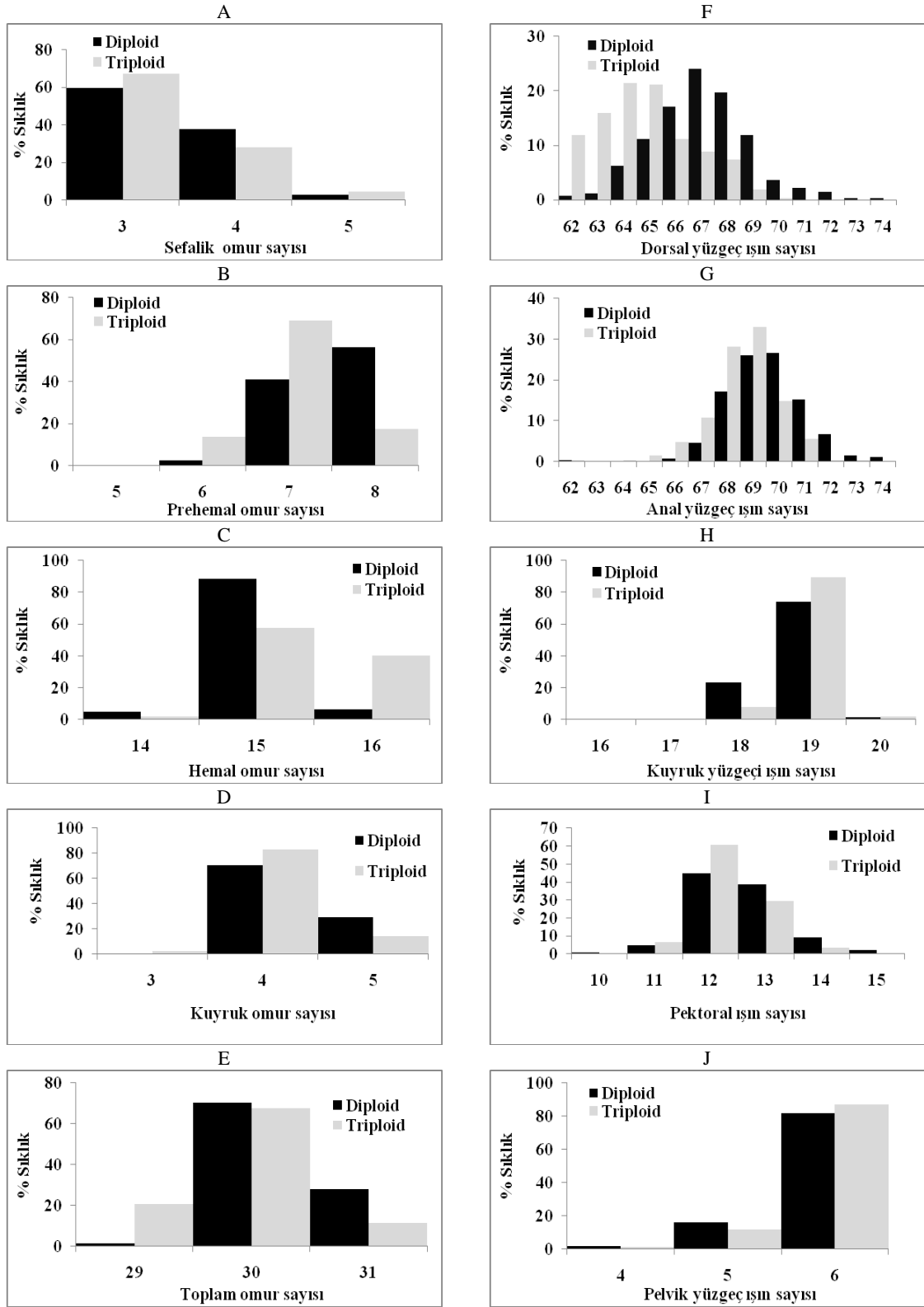
Şekil 7. İkili boyama yöntemi ile şeffaflaştırılmış ve boyanmış kalkan balığının meristik değerlendirmeye tabi tutulan bölgeleri; SB: Sefalik bölge, PrhB: Prehemal bölge, HB: Hemal bölge, KB:kaudal bölge,DY: Dorsal yüzgeç, AY:Anal yüzgeç, KY: Kuyruk yüzgeci, PkY:Pektoral yüzgeç, PIY:pelvik yüzgeç. (Ölçek 1 cm)

Diploid ve triploid grupların değerlendirilmesinde, meristik karakterlerin minimum ve maksimum değerleri omur sayılarında benzerlik gösterirken, yüzgeç ışın sayılarında farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte bazı meristik karakterler bakımından diploid ve triploid gruplar arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir (Tablo 9, Şekil 8).

Kalkan balığında meristik karakterlerin varyasyon gösterdikleri tespit edilmiştir. Omur sayıları 29 ile 31 arasında değişmektedir. Aksiyal iskeletin bölgelerinde de benzer varyasyonlar gözlenmiştir. Sefalik bölgenin omur sayıları 3-5, prehemal bölgenin omur sayıları 6-8, hemal bölgenin omur sayıları 14-16 ve kaudal bölgenin omur sayıları 3-5 arasında değişmektedir (Tablo 9, Şekil 8) Omur sayıları karşılaştırıldığında, sefalik bölgedeki omur sayıları açısından diploid ve triploid gruplar arasında fark bulunamamıştır. Triploid grubun prehemal ve kaudal bölgelerinde sayılan omurlarda diploid grubun aynı bölgelerine göre önemli azalmalar gözlenmiştir. Triploid grubun hemal bölgesindeki omur sayıları diploidler ile karşılaştırıldığında diğer bölgelerinden farklı olarak fazla olduğu görülmüştür (Tablo 9, Şekil 8). Omurların toplam sayıları incelendiğinde triploid grubun omur sayılarının diploid gruptan önemli derecede az olduğu görülmüştür (Tablo 9, Şekil 8).

Tablo 9. Diploid, ve triploid, kalkan larvalarının metamorfozları süresinde 20. günden 60.güne kadar olan dönemde sayılan meristik değerleri ($\bar{x} \pm SH$, $n_{diploid}=270$, $n_{triploid}=270$). (Mann-Whitney U-test)

	Diploid		Triploid		U	P
	Ortalama	Aralık	Ortalama	Aralık		
Sefalik omur sayısı	3,4±0,03	3-5	3,4±0,03	3-5	34005,0	0,177443
Prehemal omur sayısı	7,5±0,03	6-8	7,0±0,03	6-8	20872,5	0,000001
Hemal omur sayısı	15,0±0,02	14-16	15,4±0,03	14-16	23535,5	0,000001
Kuyruk omur sayısı	4,3±0,03	3-5	4,1±0,02	3-5	30362,5	0,000005
Toplam omur sayısı	30,3±0,03	29-31	29,9±0,03	29-31	25285,5	0,000001
Dorsal yüzgeç ışın sayıları	67,1±0,12	62-74	64,6±0,13	55-70	1360,5	0,000001
Anal yüzgeç ışın sayıları	48,6±0,09	41-55	47,5±0,09	38-52	22273,5	0,000001
Kuyruk yüzgeç ışın sayıları	18,8±0,03	16-20	18,9±0,02	16-21	30291,0	0,000001
Pektoral yüzgeç ışın sayıları	12,6±0,05	10-15	12,3±0,05	10-14	9219,0	0,004047
Pelvik yüzgeç ışın sayıları	5,8±0,03	4-6	5,9±0,02	3-7	32320,0	0,248450



Şekil 8. Diploid ve triploid kalkan larvalarının 20. Günden 60. güne kadar olan dönemde aksiyal iskeletin (A: sefalik omur sayısı, B: Prehemal omur sayısı C: Hemal omur sayısı D: Kuyruk omur sayısı E: toplam omur sayıları) ve apendikular iskeletin (F:Dorsal yüzgeç ışınları, G: Anal yüzgeç ışınları, H: Kuyruk yüzgeç ışınları, I:

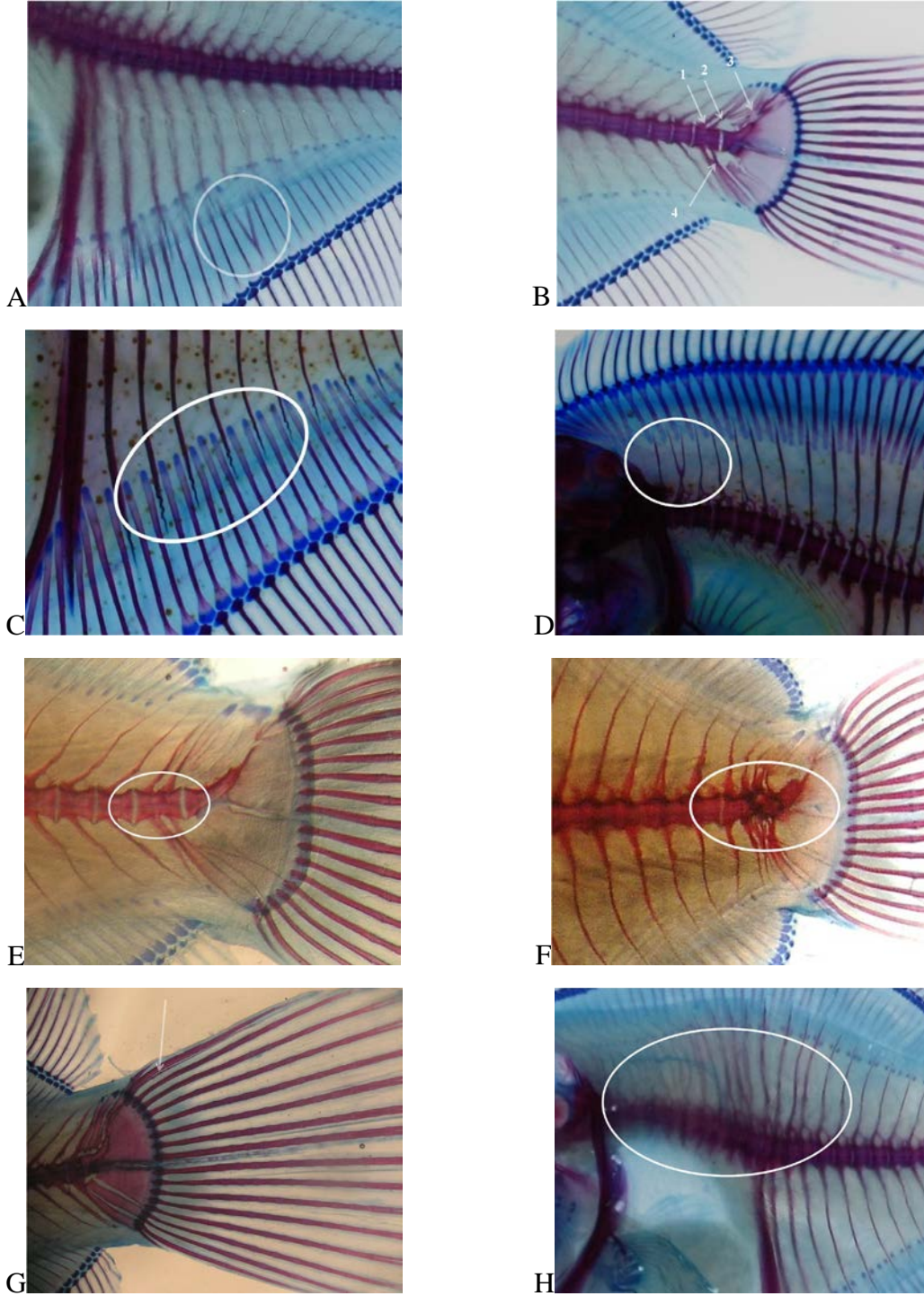
Pektoral yüzgeç ışınları J: Pelvik yüzgeç ışınları) % sıklık olarak dağılımları (N=560)

Yüzgeç ışın sayıları incelendiğinde, dorsal yüzgeç ışın sayısı 55-74, anal yüzgeç ışını sayısı 38-55, kuyruk yüzgeç ışını 16-21, pektoral yüzgeç ışını 10-15 ve pelvik yüzgeç ışını 3-7 arasında değişmiştir (Tablo 9, Şekil 8). Yüzgeç ışın sayıları karşılaştırıldığında, triploid grubun kuyruk ve pelvik yüzgeç ışın sayıları diploid grubun kuyruk ve pelvik ışın sayılarından önemli derecede fazla bulunmuştur. Dorsal yüzgeç ışın sayısı, anal yüzgeç ışın sayısı ve pektoral ışın sayıları bakımından triploid grubun değerleri diploid gruptan önemli derecede az bulunmuştur (Tablo 9, Şekil 8).

3.5.2. Anormalliklerin Değerlendirmesi

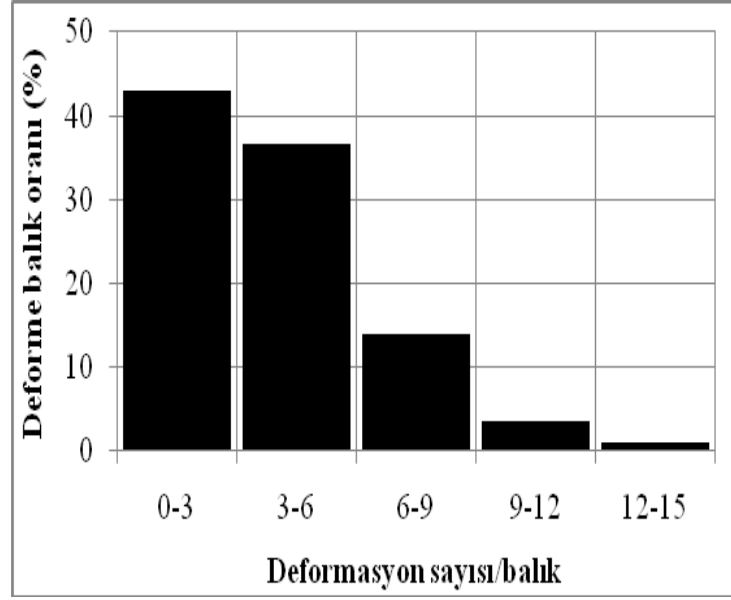
Anormalliklerin belirlenmesi amacı ile 270 adet diploid ve 270 adet triploid olmak üzere 540 adet kalkan balığı larva ve/veya post larvasının analizi gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmeler sonunda diploid grubun deformasyon görülen 260 tanesinde 1295 adet deformasyon tespit edilmiştir. Deformasyonların bir kısmı Şekil 9'da gösterilmiştir. Larva başına düşen deformasyon sayısı 4,6 deforme larva başına düşen deformasyon sayısı ise 4,8 olarak tespit edilmiştir. Triploid grupta ise deforme birey sayısı 260 adet, deformasyon oranı ise %96,3 olup diploid grup ile aynıdır. Triploid grubun deforme balıklarında 1128 adet deformasyon tespit edilmiştir. Bu grupta larva başına düşen deformasyon sayısı ortalama 4,2 ve deforme larva başına düşen deformasyon sayısı ise ortalama 4,3 olarak hesaplanmıştır. Her iki gruptaki balık başına düşen deformasyon sayıları incelendiğinde birbirlerine benzer dağılım sergiledikleri görülmüştür (Şekil. 10).

Deformasyon tiplerinin görüldüğü bireylerin sayısal ve oransal değerlendirmeleri yapılmıştır. İncelenen kalkan balıklarında diploid grup için %74,4, triploid grup için %71,1 ile epural deformasyonuna sahip bireyler en yüksek yüzdeye sahiptir. Bunu sırası ile neural yay/diken deformasyonları, hipural deformasyonları ve omur deformasyonları takip etmektedir (Tablo 10). Anormallik tiplerinin görüldüğü birey oranları açısından diploid ve triploid gruplar karşılaştırıldığında anormallik tiplerine göre birbirinden farklı durumlar görülmektedir. En büyük fark omur deformasyonlarına bakıldığında triploid grupta tespit edilen anormal birey oranının %14,1 daha az ortaya çıkmıştır.

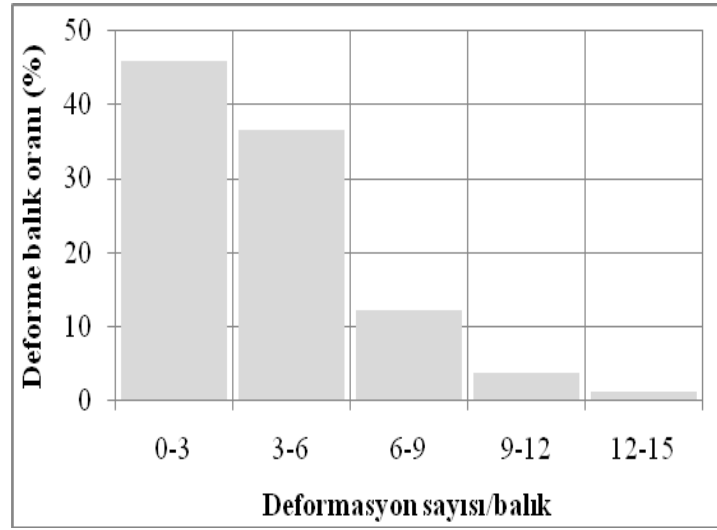


Şekil 9. Kalkan balıklarında gözlenen çeşitli anormallikler: A:dorsal destek ışınında çatallanma, B: Bir omurdan iki ışın çıkması (1,2), Epural deformasyonları (3), Parepural deformasyonu, C: Hemal ışınlarında deformasyon, D:Neural ışında çatallanma, E: Omur deformasyonu (iki omurun birleşmesi), F: Omur deformasyonu (omur çökmesi), çok sayıda neural ve hemal ışın oluşumu, urositil deformasyonu, G:Kuyruk ışını deformasyonu, H: Omur kaynaması

Diploid



Triploid



Şekil 10. Kalkan balıklarının birey başına düşen deformasyon sayılarının dağılımı

Deformasyon tiplerinin tüm deformasyonlar içindeki payına bakıldığında en yüksek payı diploid grup için %26,7 ve triploid grup için %33,8 ile neural yay/diken deformasyonları almaktadır. Bunu sırası ile omur deformasyonları, epural deformasyonları ve hemal yay/diken deformasyonları takip etmektedir (Tablo 11). Deformasyon oranları açısından diploid ve triploid gruplar karşılaştırıldığında, en büyük fark triploid grupta tespit edilen neural yay/diken deformasyonlarının %7,1 daha fazla ortaya çıkmıştır.

Tablo 10. Deformasyon tiplerine göre deforme diploid ve triploid kalkan bireylerinin sayısı ve dağılımı (%) (N=560)

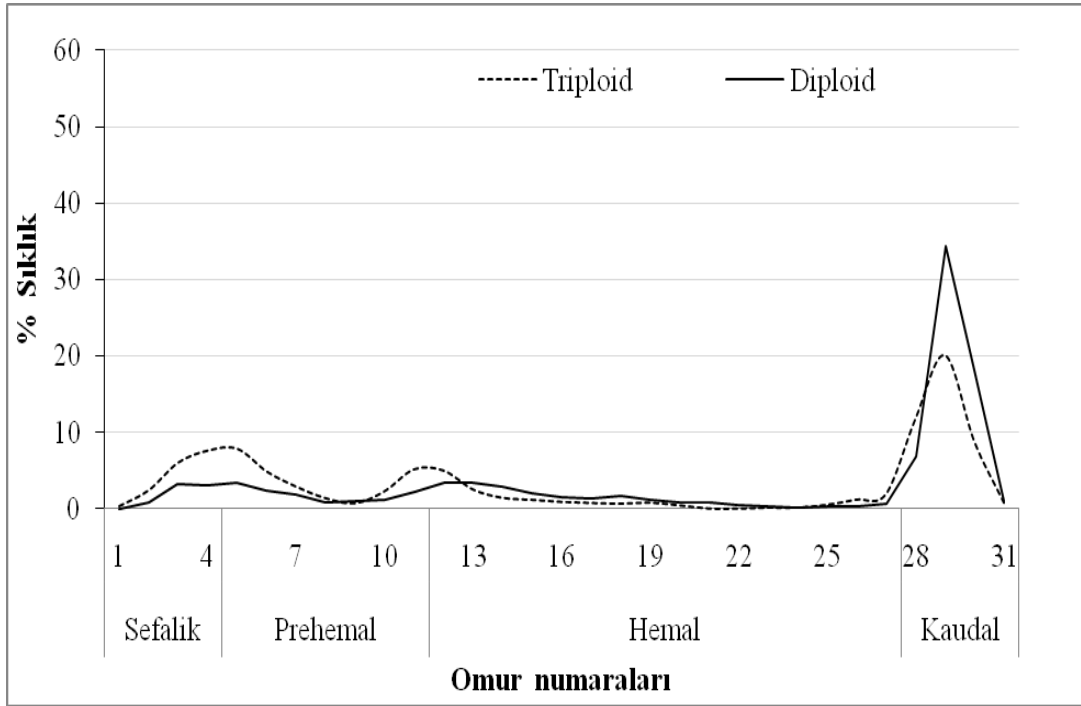
Anormallik	Diploid		Triploid	
	N	%	N	%
-	10	3,7	10	3,7
Lordosis	1	0,4	0	0
Malforme olmuş dentale	1	0,4	0	0
Malforme olmuş pelvik ışın	5	1,9	8	2,9
Malforme olmuş dorsal ışın	8	2,9	6	2,2
Malforme olmuş dorsal pterigophore	43	15,9	48	17,8
Malforme olmuş anal ışın	10	3,7	3	1,1
Malforme olmuş anal pterigophore	34	12,6	41	15,2
Malforme olmuş kuyruk ışını	82	30,4	52	19,3
Malforme olmuş hipural	108	40,0	106	39,3
Malforme olmuş hipural Malforme olmuş epural	201	74,4	192	71,1
Malforme Omur	162	60,0	124	45,9
Malforme olmuş hemal yay ve/veya diken	96	35,6	67	24,8
Malforme olmuş neural yay ve/veya diken	146	54,1	152	56,3

Tablo 11. Deformasyonların sayısı ve dağılımı (%) (N=560)

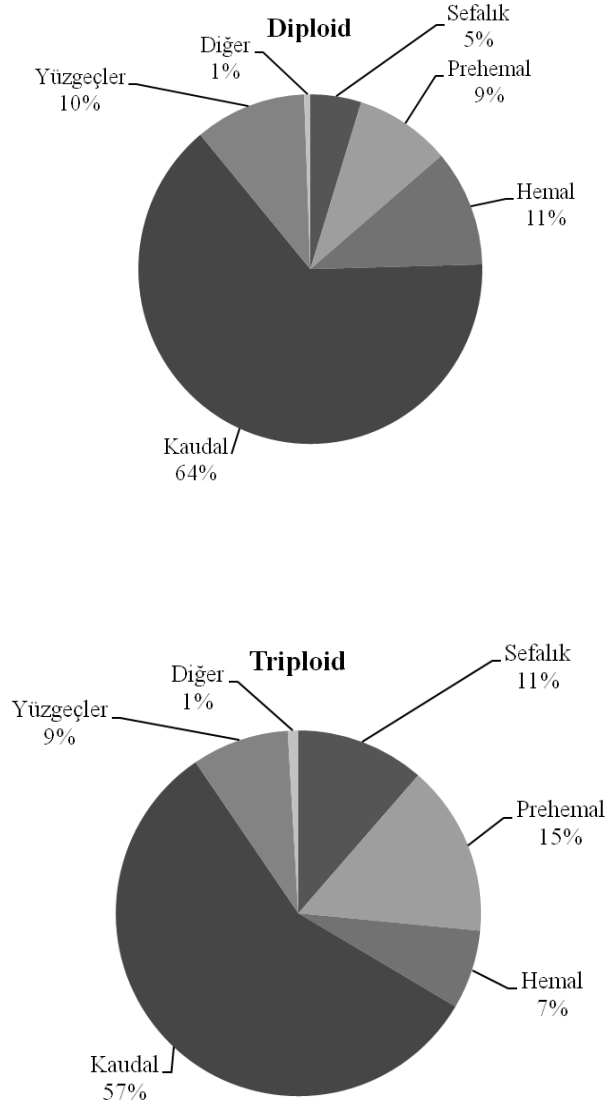
Anormallik	Diploid		Triploid	
	n	%	N	%
Lordosis	1	0,1	0	0,0
Malforme olmuş dentale	1	0,1	0	0,0
Malforme olmuş pelvik ışın	5	0,4	8	0,7
Malforme olmuş dorsal ışın	8	0,6	6	0,5
Malforme olmuş dorsal pterigophore	46	3,6	48	4,1
Malforme olmuş anal ışını	10	0,8	3	0,3
Malforme olmuş anal pterigophore	34	2,6	41	3,5
Malforme olmuş kuyruk ışını	82	6,3	52	4,4
Malforme olmuş hipural	108	8,3	106	9,0
Malforme olmuş epural	201	15,5	192	16,2
Malforme Omur	266	20,5	194	16,4
Malforme olmuş hemal yay ve/veya diken	187	14,4	132	11,1
Malforme olmuş neural yay ve/veya diken	346	26,7	400	33,8
Σ	1295	100	1184	100

3.5.2.1. Bölgelere Göre Deformasyon Tipleri

Kalkanlarda deformasyonlar daha çok kaudal bölgede 28 ile 31. omurlar arasında meydana gelmiştir, bu bölgeyi 2 ile 12. omurlar arasındaki bölge izlemiştir. (Şekil 11). Kaudal bölgede meydana gelen deformasyon oranı diploid grup için %64 ve triploid grup için %57 olarak tespit edilmiştir. Prehemal ve hemal bölgelerin deformasyon oranları birlikte değerlendirildiğinde diploid grup için %20 ve triploid grup için %22 bulunmuştur (Şekil 12). Diploid ve triploid gruplar arasında deformasyonların görüldüğü bölgeler bakımından önemli bir farklılık görülmemiştir ($\chi^2=8.92$, Sd=5, P>0,05).



Şekil 11. Kalkan balığı larvalarında omur eksenini boyunca tespit edilen deformasyonların dağılımları (N=540)



Şekil 12. Kalkan balıklarının bölgelerine göre deformasyon dağılımları

4. TARTIŞMA

Triploidi ilave kromozom setine sahip bireylerin üretilmesidir. Bu işlem balıklar ve çift kabukluların döllenmiş yumurtalarına; soğuk şok (Tiwary vd.,1999; Piferrer vd., 2000; Tiwary ve Ray, 2004;), sıcak şok (Blanc vd., 2000, Haniff vd., 2004; Pechsiri ve Yakupitiyage, 2005;) ve hidrostatik basınç şoku (Gillet vd., 200; Cotter vd., 2002, Mori vd., 2004) gibi fiziksel şoklar, kimyasal işlemler (Legatt ve Iwama, 2003;Norris ve Preston, 2003; Liu vd., 2004; Norris vd., 2005; Sellars vd., 2006) uygulanarak ve çaprazlama ile hibridleştirme (Piferrer vd., 2009) ile sağlanabilmektedir.

Ekonomik ve ekolojik faydalarından dolayı son yıllarda Cypriniformes'ten Pleuronectiformes'e kadar birçok tatlı ve deniz suyu balıklarında triploidi uygulamaları yaygınlaşmıştır. Triploidi büyük ölçekte steril (üreme kabiliyeti olmayan) balık üretmek için etkili, ekonomik ve çok pratik yol olarak bilinmektedir. Sterillik cinsel olgunluğun somatik büyümede, yaşam ve et kalitesinde meydana getirdiği olumsuz etkileri engeller. Doğal ve kültür balığının genetik ve ekolojik etkilerinin interaksyonu çok güçlü şekilde azaltılır (Cotter vd., 2000). Dolayısı ile kalkanın doğal olarak bulunmadığı fakat şartların uygun olduğu yerlerde balıklandırma yapılırken triploid bireyler kullanılabilir.

Aynı türün bireyleri, benzer koşullarda yetiştirilse dahi büyümesi ile ilgili birbirinden farklı sonuçlara sıklıkla rastlanmaktadır (Galbreath vd., 1994; McGeachy vd., 1995). Ploidinin balık fizyolojisi üzerine etkileri tam olarak bilinmemektedir (Cotter vd., 2000). Dış görünüş olarak triploid balıklar ile diploid balıklar birbirine benzemesine rağmen bazı morfolojik farklılıklar görülebilir. Adi sazanda pullanmada farklılık, ve triploidlerin anal yüzgecinin yumuşak ışınlarında azalma (Gomelsky vd., 2003), Atlantik salmonunda alt solungaç deformasyonu (Sadler vd., 2001; Oppedal vd., 2003), triploid kadife balığında pelvik yüzgeçlerin anüse kadar uzadığı (Flajshans vd., 1993), Nil tilapiasında kondüsyon faktörünün değiştiği (Hussain vd., 1995) ve *Heteropneustes fossilis* balığında omur sayısında azalma (Tiwary ve Ray, 2004) görülmüştür.

Triploid balıkların yetiştiricilik koşullarındaki performansları özellikle Salmonidae türlerinde yoğun olarak çalışılmış ve günümüzde triploidizasyon ticari düzeyde yaygın bir uygulama haline gelmiştir. Atlantik kalkanı (*Scophthalmus maximus*) üzerinde de bazı çalışmalar yapılmış (Piferrer vd., 2000, 2003; Cal vd., 2006), ancak sonuçları uygulamaya

aktarılması gerçekleştirilememiştir. Bu da ilave çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Karadeniz kalkan balığı, Atlantikteki hemcinslerinden tür düzeyinde olmasa bile önemli genetik farklılık göstermektedir. Buna yetiştiriciliğin gerçekleştirileceği Karadeniz'in ekstrem sayılabilecek oşinograik özellikleri de eklendiğinde, bu konuların Karadeniz kalkan balığında da çalışılması gereği ortaya çıkmaktadır.

4.1. Yumurtaların Inkübasyonu, Döllenme ve Çıkış Oranları

Kalkan balığının döllenme oranı oldukça geniş bir aralığa sahiptir. Aydın ve Şahin (2011) Karadeniz Bölgesi'nde yaptıkları çalışmada kalkan balığında döllenme oranının %9,1 ile %97,7 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen döllenme oranı %50 ile %70,2 arasında değişmekte olup, daha önce yapılan çalışmalar (Chen vd., 2004; Aydın ve Şahin, 2011; Polat, 2011) ile benzerlik göstermektedir.

Şok uygulamasının kalkan balığı yumurtalarının yaşama oranına etkisi farklılıklar göstermektedir (Piferrer vd., 2003). Aydın (2008) kalkan balıklarında soğuk şok uygulamasının döllenme oranı (döllenmeden 35 saat/derece sonraki yumurta yaşam oranı) üzerine olumsuz etkisinin olmadığını ortaya koymuştur. Benzer bir çalışmada da Kankaya (1998) gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yumurtalarına triploid bireyler elde etmek için yapılan ısı şokunun yumurtaların döllenmesi üzerine olumsuz etkisinin olmadığını belirlemiştir. Bu çalışmada şok grubunun döllenme oranı kontrol grubunun %91,4 kadar olup soğuk şok uygulamasının meydana getirdiği fark önemsizdir.

Triploid oluşturmak için yapılan sıcaklık şoku nedeniyle, inkübasyon süresince çıkış dönemine kadar yumurtaların yaşama oranları farklılık göstermektedir. Gökkuşağı alabalığında yapılan bazı çalışmalar döllenmeden çıkış dönemine kadar olan dönemde triploid grupta nispeten daha düşük yaşama oranı bildirilmiştir (Happe vd., 1988; Quillet vd., 1988). Kankaya (1998) aynı balıkta yaptığı çalışmada kontrol ve şok grubunu çıkış oranlarının benzer olduğunu ortaya koymuştur. Kalkan balığında yapılan bir çalışmada, triploid grubun çıkış oranının kontrol diploid grubun %60-70'i kadar bulunmuştur (Piferrer vd., 2003). Aydın (2008) kalkan balığında yaptığı çalışmada kontrol ve şok grubu arasında çıkış oranları açısından anaçlara bağlı farklılıklar belirtmiştir. Yumurta kalitesi yüksek olan anaçların yumurtalarına şok uygulandığında kontrol grubu ile aralarında çıkış oranı

bakımından farklılıklar bulunmaz iken yumurta kalitesi düşük olan gruplarda şok grubunun çıkış oranı daha düşük bulunmuştur (Aydın, 2008). Bu çalışmada şok grubunun çıkış oranı kontrol grubunun %94,1 kadar olup, sıcaklık şoku uygulamasının meydana getirdiği fark önemsizdir.

4.2. Ploidinin Larvaların Yaşama Oranı ve Büyümleri Üzerine Etkileri

Kalkan balığının Çin'e girişinden sonra bu ülkede kurulan çok sayıda kuluçkahanede yavru üretim çalışmaları başlamıştır. Çin'de kalkan balığı larvalarının 0. günden 2 cm boya oluşana kadar olan dönemdeki yaşam oranı %10-20'lerde gerçekleşmektedir (Lei ve Liu, 2010) . Piferrer vd. (2003), kalkan balığında triploidinin erken dönem yaşam oranını önemli ölçüde etkilemediğini belirtmiştir. Ülkemizde 1998 yılında itibaren larva üretimi yapılmakta olup larva yaşam oranları Tablo 12'de olduğu gibidir. Bu çalışmadaki yaşam oranları (Tablo 12) diğer ülkelerde elde edilen yaşam oranları ile benzerlik göstermekte olup, ısı şoku uygulanan grubun yaşam oranı kontrol diploid grup ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 12. Soğuk şok ve kontrol grubunda 0. gün ile 40. gün arasında ve 40. gün ile 90. gün arasında elde edilen erken dönem kalkan balığı larva ve yavrularının yaşam oranları (N=3, \pm SH) ve Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Kuluçkhanesinde 1998–2007 yıllarında aynı döneme ait yaşam oranlarının karşılaştırılması

Yıllar	40. gün yaşam oranları (%)	90. gün yaşam oranları (%)
1998	4,6	-
1999	8,0	0
2000	7,0	77,2
2001	4,0	74,2
2002	10,4	89,4
2003	14,4	79,1
2004	1,3	0
2005	11,4	62,0
2006	7,4	78,0
2007	5,1	79,1
Kontrol Grubu	26,5	98,2
Soğuk Şok Grubu	22,3	95,9

Piferrer vd. (2003), triploidinin erken dönem boy ve ağırlığa etkilerini ortaya koymak için larvaların boy ve kuru ağırlıklarını karşılaştırmış ve aralarında önemli farklar olmadığını rapor etmiştir. Ayrıca Kankaya (1998) gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) kontrol ve şok uygulanan gruplarında çıkan prelarvaların büyüklüklerini ve 120 günlük yavruların çatal boy ve ağırlık değerlerini benzer bulmuştur.

4.3. Yavru Balıkların Yaşama Oranı, Büyüme ve Yem Değerlendirme Performansları Üzerine Ploidinin Etkileri

Árnason vd. (2009), kalkan balıklarının büyüme ve yem değerlendirme oranları için gerekli optimum sıcaklığı bulmak için yürüttükleri çalışmadaki denemelerin tamamında balıkların yaşama oranları %100 bulmuştur. Kalkan larvalarının metamorfoz sonrası ergin balıklar gibi görünüm kazandığı 3-4 g lik ağırlıklarda yürütülen bu çalışmada, triploid grup ile diploid grupların her ikisinde de yavrularda ölüm gözlenmemiştir.

Triploid balıklar ile diploid balıklar arasında büyüme gözlenen benzerlik ya da farklılık yem dönüşüm oranına bağlı olabilir. Triploid kanal yayın balığının yem dönüşüm oranı diploid eş değerlerinden daha iyi bulunmuş ve triploid balıklar daha hızlı büyümüşür (Wolters vd., 1982b; Chrisman vd., 1983). Buna rağmen, triploid kanal yayın balığı x mavi yayın balığı melezleri (Lilyestrom vd., 1999), karayayın balığı (Henken vd., 1987) ve 0 ve 1 yaşlarındaki gökkuşağı alabalığı (Oliva-Teles ve Kaushik, 1990a) diploidlerle aynı yem dönüşümüne sahip olmuştur. Bu çalışmada, ploidinin yavru kalkanların büyüme performanslarına etkilerini karşılaştırmak için iki aşamalı farklı sıcaklık rejimi uygulanmıştır. Balıkların boy ve ağırlık verileri incelendiğinde (Tablo 4, Tablo 5) devamlı 21°C’de tutulan triploid ve diploid balıkların gerek boy ve ağırlık gerekse spesifik büyüme verileri denemenin sonuna kadar benzerlik göstermiştir. Elde edilen büyüme verileri literatür ile benzerlik göstermektedir (Árnason vd., 2009). Bununla birlikte 21°C’de tutulan triploid grubun I. periyottaki yem dönüşüm oranı, toplam yem tüketimleri ve yemleme oranları diploid gruptan yüksek bulunmuştur. Árnason vd., (2009) benzer ağırlık ve sıcaklık için YDO’yu 0,53-0,69 arasında bildirmiştir. Árnason vd., (2009) YDO değerleri bu çalışmada elde edilen değerler ile oldukça yakındır. Veriler ışığında, yavru döneminde olsa bile triploid balıklar daha fazla yem tüketmesine rağmen yem dönüşüm oranlarının yüksek olmasından dolayı diploid kontrol grup ile benzer büyüme gösterdikleri söylenebilir.

Sıcaklık balıkların büyümesi ve beslenmesi üzerine direkt etkilidir. Çalışmanın I. periyodunda, beklendiği gibi 16°C’de tutulan balıklar 21°C’de tutulan daha yavaş büyümüştür. 16°C’de tutulan triploid grubun Yt diploid grup ile aynı olmasına rağmen YDO’su daha düşüktür. Bu nedenle olabilir ki triploid balıkların büyüme verileri aynı sıcaklıkta tutulan diploid gruptan daha düşüktür.

Denemenin II. periyodunda tüm balıklar aynı sıcaklıkta (21°C) tutulmuşlardır. Düşük sıcaklıkta (16°C) tutulan balıkların yüksek sıcaklığa (21°C) yükseltilmesi ile I. periyotta büyümede meydana gelen dezavantajın II. periyotta telafi edilme durumu incelenmiştir. Sıcaklığı yükseltile kontrol grubunun deney sonu balık ağırlıkları sıcaklığı sabit tutulan kontrol grubu ile benzer olmuştur. Sıcaklığı yükseltile triploid grubunun deney sonu balık ağırlıkları sıcaklığı sabit tutulan triploid gruptan daha düşük olduğu gözlenmiştir. Sıcaklığı yükseltile triploid grubun deney sonunda sıcaklığı sabit tutulan gruba yetişememesinin nedeni bu periyot için başlangıç ağırlığının düşük olması olabilir. Aune vd. (1997) ve Imsland vd. (2007) balıkların daha önce tutuldukları sıcaklıkların (thermal history) büyümelerini etkilediğini belirtmiştir. Imsland vd. (2007) yavru kalkan balıklarının sıcaklıklarını 16°C’den 20°C ve 20°C’den 16°C’ye değiştirmişler ve 16°C’de ve 20°C’de tutulanlar ile büyüme yönünden karşılaştırmıştır. Önceki çalışma ile (Imsland vd., 2007) bu çalışma sıcaklık değişiminin büyümeye etkisi konusunda benzerlik göstermektedir. Ancak eldeki kaynaklarda sıcaklık değişimi ile ilgili denemelerde yem tüketimi konuları açıklanmamıştır. Spesifik büyüme hızlarına bakıldığında sıcaklığı yükseltile grubun değerleri her iki ploidide de yüksektir. Küçük kalkan balıklarının spesifik büyüme hızlarının fazla olması (Imsland vd., 2001) bu durumu açıklamaktadır.

4.4. Ploidinin Farklı Sıcaklıklarda Balıkların Yaşama Oranı, Büyüme ve Yem Değerlendirmeleri Üzerine Etkileri

Sıcaklık balığın fizyolojisini etkilerler. Sıcaklığın değişmesi triploid balığın hassasiyetini etkileyip etkilemeyeceği bir sorudur. Eldeki literatüre göre triploid balığın fizyolojisi hücre yapısı ve üremesi gibi temel biyolojik farklılıkların dışında oldukça benzerdir. Ancak uygun olmayan yetiştiricilik ve çevre şartları triploid balığın performansını diploidden fazla etkiler. Sıcaklığın etkisi konusunda çalışmalar çok azdır (Hydman vd., 2003; Maxime, 2008).

Aydın vd. (2011), pisi balıklarında 10°C'den 25°C'ye kadar olan sıcaklıkların ve kalkan balıklarında ise Imsland vd. (2001) 10°C'den 22°C'ye ve Árnason vd. (2009) 10°C'den 25°C'ye kadar olan sıcaklıkların deney şartlarında yaşam oranlarını etkilemediğini bildirmişlerdir. Ancak, Şahin (2001) 35 g ağırlığındaki kalkan balıkları ile 15°C, 18°C, 20°C, 22°C ve 24°C'de 30 gün süre ile yürüttüğü denemesinde tanklardaki su sıcaklığının artması ile yaşam oranlarının %100'den %1,7'ye kadar düştüğünü bildirmiştir. 40-100 g ağırlıktaki balıklar ile 10°C'den 22°C'ye kadar olan sıcaklıklarda yürütülen bu çalışmada yaşam oranları deney sıcaklıklarından ve plooididen etkilenmemiştir.

Kültürü yapılan balıkların yetiştirildikleri su sıcaklığına bağlı olarak büyüme hızlarında farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bir türün benzer sıcaklıklarda yetiştirilmesi durumunda da çeşitli faktörlere bağlı olarak büyüme farklılıkları görülebilir. Bu çalışmadaki balıkların ağırlıklarına benzer balık ağırlığı kullanılarak yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Imsland vd. (2001) kalkan balıkları ile 10°C, 14°C, 18°C ve 22°C'de 11 hafta süre ile yürüttüğü denemede en iyi büyümeyi popülasyon 1'de 18°C ve popülasyon 2'de 22°C su sıcaklığında elde etmiştir. 14°C'de yetiştirilen balıklarda ise popülasyona bağlı büyüme farkı görülmemiştir. Bunun yanında Imsland vd. (2001) Franda, Norveç ve İskoçya hatlarına ait kalkan balıkları ile 14°C, 18°C ve 22°C'de yürüttüğü denemelerde en iyi büyümeyi 18°C ve 22°C'de elde etmiştir. 18°C su sıcaklığında yetiştirilen kalkanlarda hatlara bağlı büyüme farklılığı tespit edilmiştir. Şahin (2001), en iyi büyümeyi 15°C'de elde etmiş olup su sıcaklığı yükseldikçe büyümenin yavaşladığı hatta 22°C ve 24°C'lerde durduğunu belirtmiştir. Bunun muhtemel nedeni, araştırma balıklarında sıcaklığın artışına paralel artan bir hastalık etmenini olabilir. Árnason vd. (2009), 10°C-25°C arası su sıcaklığında yaptığı çalışmada en iyi büyümeyi 19°C ve 22°C'lerde elde etmiştir. Bu çalışmada spesifik büyüme oranı sıcaklığın 10°C'den 18°C'ye kadar yükselmesi ile artmakta 18°C'den 22°C'de yükselmesi durumunda ise azalmaktadır. En iyi büyüme hem diploid hem de triploid grup için 18°C'de büyütülen balıklardan elde edilmiştir. 10°C ve 14°C'de su sıcaklığında yetiştirilen diploid kalkan balıklarının büyüme hızı triploid kalkan balıklarından daha iyi olduğu gözlenmiştir. Düşük sıcaklıklarda triploid balıkların büyüme performanslarının daha yavaş olduğu gözlenmiştir.

Kültürü yapılan balıkların en uygun sıcaklıkta yetiştirilmeleri balıkların yüksek büyüme hızı elde etmek ve yemden azami faydalanmak için çok önemlidir. Yetiştiricilik için en uygun sıcaklık çeşitli faktörlere göre değişebilir. Imsland vd. (2000), kalkan balıklarının Norveç, Fransa ve İskoçya popülasyonlarına ait balıklar ile 10°C-24°C arası su

sıcaklığında yaptığı çalışmada büyüme için optimum sıcaklığı Norveç popülasyonu için 23,0°C, Fransa popülasyonu için 21,1°C ve İskoçya popülasyonu için 19,6°C olarak tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada yem değerlendirme için optimum sıcaklığı Norveç popülasyonu için 17,5°C, Fransa popülasyonu için 16,7°C ve İskoçya popülasyonu için 16,5°C olarak belirtmiş olup popülasyonun optimum sıcaklık üzerindeki etkisini ortaya koymuştur. Kalkan balıkları ile farklı tuzluluklarda ve 10°C-24°C arası su sıcaklarında yapılan bir diğer çalışmada büyüme için optimum sıcaklığı ‰33,5 tuzluluk için 19,6°C, ‰25 tuzluluk için 24,7°C ve ‰15 tuzluluk için 17,9°C olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada yem değerlendirme için optimum sıcaklığı ‰33,5 tuzluluk için 17,4°C, ‰25 tuzluluk için 17,9°C ve ‰15 tuzluluk için 19,0°C olduğu ifade edilmiş ve tuzluluğun optimum büyüme ve yem değerlendirme üzerindeki etkisi belirtilmiştir (Imsland vd., 2001). Árnason vd. (2009), farklı büyüklükteki kalkan balıkları ile 10°C-25°C arası su sıcaklarında yaptığı çalışmada büyüme için optimum sıcaklığı 1,7 g balık ağırlığı için 21,9, 54 g için 20,4°C ve 499 g için 18,8°C şeklinde ortaya koymuştur. Yem değerlendirme için optimum sıcaklığı 1,7 g balık ağırlığı için 17,2, 54 g için 17,0°C ve 499 g için 16,1°C şeklinde belirtmiş ve balık büyüklüğünün optimum sıcaklık üzerine etkisini ortaya koymuştur. Bu çalışmada ise büyüme için optimum sıcaklık diploid balıklar için 18,0±0,56°C ve triploid balıklar için 18,2±0,37°C olarak bulunmuştur. Yem değerlendirme için optimum sıcaklık ise diploid balıklar için 16,2±0,61°C ve triploid balıklar için 16,7±0,62°C olarak tespit edilmiştir. Böylece en iyi büyüme ve yem değerlendirme için gerekli optimum sıcaklıklara etki eden faktörlerden bir tanesininse ploidi olduğu ifade edilebilir.

Farklı sıcaklıklarda kalkan balığı ile ilgili yürütülen denemeler de yem değerlendirme oranları deney faktörlerine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Imsland vd. (2000) yem değerlendirme oranını popülasyonlara bağlı olmakla birlikte sıcaklığın 10°C de 2,2 ile 3,3 arasında değişen oldukça yüksek, 14°C'de 0,6 ile 0,7 arasında, 18°C'de 0,7 ile 1,0 arasında iyi ve 22°C'de ise nispeten yüksek denebilecek 0,8 ile 1,3 arasında değiştiğini rapor etmiştir. Şahin (2000) benzer sıcaklıklarda yem değerlendirme oranı değerlerinin 1,1 ile 2,9 arasında değişmekle beraber sıcaklığın yükselmesi ile arttığını bildirmiştir. Árnason vd. (2009), ise sıcaklık ve balık büyüklüğünün yem değerlendirme oranı üzerine olan etkisi incelemiş ve 0,4 ile 1,2 arasında değişen değerler elde etmiştir. Imsland vd. (2001) sıcaklık ve su tuzluluğunun yem değerlendirme oranı üzerine olan etkisi incelemiş ve 0,7 ile 1,1 arasında değişen değerler elde etmiştir. Mevcut çalışmada ise

yem değerlendirme oranları 0,7 ile 0,9 arasında değişmiştir. Yem değerlendirme oranları incelendiğinde optimum sıcaklıklara yaklaşıldıkça değerlerin azaldığı optimumdan uzaklaşılması durumunda ise arttığı gözlenmiştir (Tablo 8). Yapılan değerlendirmede sıcaklık ve plooidinin yem değerlendirme üzerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 8). Elde edilen verilere göre triploid balıkların diploid balıklardan daha fazla yem tüketmesine rağmen daha az büyüdükleri söylenebilir. Sonuç olarak triploid kalkan balığının optimum değerlerden daha düşük sıcaklıklarda yetiştirilmesi durumunda hem büyüme hem de yem değerlendirme açısından daha kötü performans sergilediği ifade edilebilir.

Kalkan balıkların yetiştirilme sıcaklıkları aynı olması durumunda dahi elde edildikleri popülasyonların farklılığı (Imsland vd., 2000; 2001), daha önce buldukları sıcaklık rejimi (Imsland vd., 2007), tuzluluk sıcaklık etkileşimi (Imsland vd., 2001), sosyal hiyerarşi (Irwin vd., 2002), foto periyot (Stefánsson vd., 2002) ve balık büyüklüğü (Imsland vd., 2005) gibi biyotik ve abiyotik faktörlerin etkisi ile büyüme ve yem değerlendirme oranlarında farklılıklar meydana gelmektedir. Bu çalışma ise benzer sıcaklıklarda (10°C ve 14°C gibi) tutulan kalkan balıkların büyümelerinde plooidinin etkili olduğunu ortaya koymuştur.

4.5. Meristik Analizler ve Anormalliklerin Değerlendirilmesi

4.5.1. Meristik Analizler

Ellis vd. (1997) İrlanda popülasyonu doğadan toplanan ve kuluçkahanede üretilen yavru kalkan balıklarında aksiyal iskeletin omur sayılarını ve sırt ve karın yüzgeçlerinin ışın sayılarını incelemiş ve aralarında istatistiki bir fark bulamamıştır. Ellis vd. (1997) Omur sayılarını abdominal ve kuyruk bölgesi olarak incelemiş ve abdominal omur sayısını 11 (11-12), kuyruk omur sayısını ise 19 (18-20) adet olarak bildirmiştir. Aynı araştırmacı, dorsal yüzgeç ışın sayısını doğal grup için 66 (57–71) adet ve kültür grubu için 66 (61–73) adet ve karın yüzgeci ışın sayısını ise doğal grup için 48 (43–51) kültür grubu için 47 (41–52) olarak bildirmiştir. Mevcut çalışma elde edilen omur sayıları bakımında Ellis vd. (1997) ile benzerlik göstermesine rağmen dorsal ve anal yüzgeç ışınlar sayıları bakımından her iki çalışma arasında fark vardır.

Dış görünüş olarak triploid balıklar ile diploid balıklar benzer olmalarına karşın triploid balıklarda bazı morfolojik farklılıklar görülebilir. Adi sazanda pullanmada

farklılıklar, ve triploidlerin anal yüzgecinin yumuşak ışın sayılarında azalma (Gomelsky vd., 2003) ve *Heteropneustes fossilis* balığının omur sayısında azalma (Tiwary ve Ray, 2004), görülmüştür. Tiwary vd. (1999) triploid ve diploid *H. fossilis* balığının birçok vücut kısmı incelemiş ve meristik değerler arasında fark tespit edilmemesine rağmen değişik morfometrik oranlar için çok sayıda belirgin farklılıklar bulunmuştur. Bu çalışmada axiyal iskelet, sivriburun karagöz (Favaloro ve Mazzola, 2000), çipura balığı (Boglione vd., 2001), Atlantik halibutu (Lewis vd., 2004; 2006) ve lahoz balığı (Boglione vd., 2009)'nda olduğu gibi sefalik, prehemal, hemal ve kaudal bölge olarak incelenmiştir. Omur sayıları incelendikleri bölgelerde ploidiye bağlı olarak değişiklikler göstermişlerdir. Sefalik bölgedeki omur sayıları açısından diploid ve triploid gruplar arasında fark bulunmamış ancak triploid grubun prehemal ve kaudal bölgelerinde omur sayılarında önemli azalmalar bulunmuştur. Bunun yanında triploid grubun hemal bölgesindeki omur sayıları diploidlerde fazladır. Omurların toplam sayıları açısından bakıldığında triploid grubun omur sayıları diploid gruptan önemli derecede azdır. Ayrıca incelenen yüzgeçlerde ploidiye bağlı olarak ışın sayılarında azalma veya artma yönünde değişimler olmuştur. Triploid grubun kuyruk ve pelvik yüzgeç ışın sayıları diploid grubun kuyruk ve pelvik ışın sayılarından fazla, dorsal yüzgeç ışın sayısı, anal yüzgeç ışın sayısı ve pektoral ışın sayıları bakımından az bulunmuştur. Plodinin sadece omur sayıları üzerine değil ayrıca yüzgeç ışın sayıları üzerine de etkili olduğu ifade edilebilir. Diploid bireyler ile allotriploid (çaprazlama ile elde edilen) bireyler arasında farklılıklar genomda iki çift gen setinin bir aileden gelmesinden dolayı daha çok varyasyon göstermektedir. Ototriploid bireylerde ise bu farklılık daha az ortaya çıkmaktadır. Triploid balığın fizyolojisi tam olarak ortaya koyulmadığı için ortaya çıkan bu farklılığın nedeni tam olarak açıklanamamaktadır.

4.5.2. Anormalliklerin Değerlendirmesi

Kültürü yapılan çipura, *Sparus aurata* (Boglione vd., 2001), gökkuşağı alabalığı, *Oncorhynchus mykiss* (Madsen ve Dalsgaard, 1999; Deschamps vd., 2007), levrek, *Dicentrarchus labrax* (Mazurais vd., 2009) Japon pisisi (Takeuchi vd., 1998), lahoz, *Epinephelus marginatus* (Boglione vd., 2009), sinarit, *Dentex dentex*, süt balığı, *Chanos chanos* (Hilomen-Garcia, 1997), Senegal dil balığı, *Solea senegalensis* (Gavaia vd., 2002), Atlantik halibutu, *Hippoglossus hippoglossus* (Lewis vd., 2004; 2006) gibi balık türlerinde alt çene anormalliği, solungaç kapağı anormalliği, lordosis, scoliosis, omur

deformasyonları, kuyruk, hemal ve nöral ışın anormallikleri ortaya çıkmaktadır. Bu anormalliklerin görülme sıklığı balık türlerine bağlı olarak %100'e kadar çıkabilmektedir.

Balıklarda anormalliklerin görülmesi ürün değerini azaltarak ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bunun yanında anormallikler yüksek oranda balık ölümlerine, yem alımının sınırlanmasına, yüzme bozukluğuna, büyümenin yavaşlamasına, yem değerlendirmenin azalmasına, stres ve hastalıklara hassasiyetin artmasına (Hilomen-Garcia, 1997; Boglione vd., 2001; Haga vd., 2002; Amamoto, 2004; Imsland vd., 2006; Le Vay vd., 2007; Puvanendran vd., 2009) neden olabilmektedir.

Balıklarda memelilerden farklı olarak organogenesis (organ farklılaşması) larval dönemde ortaya çıkar (Haga vd., 2011). Larva ve yavru döneminde ortaya çıkan anormallikler ışık yoğunluğu, pH, sıcaklık, suyun akış hızı, parazit, balık yoğunluğu, yem içeriği, böcek ilaçları gibi çevresel ve genetik faktörlerden meydana gelebilir (Poynto, 1987; Madsen ve Dalgaard, 1999; Favaloro ve Mazzola, 2000; Lewis vd., 2004). Anormallikler bazı türlerde çevre şartlarının optimize edilmesi ve uygun diyetlerin uygulanması gibi yetiştiricilik pratikleri ile azaltılmaktadır (Fjelldal vd., 2005, 2006; Helland vd., 2009; Haga vd., 2011).

Triploid balıklarda deformasyonların görülme sıklığı triploid balığın yetiştiriciliğinin yaygınlaşması ve hayvan refahı açısından önemlidir (Piferrer vd., 2009). Triploid uygulamaları türlere bağlı olarak anormallikleri artırabilir. Triploid Atlantik salmonunda alt çene deformasyonu (Sadler vd., 2001; Oppedal vd., 2003), solungaç deformasyonu ve omur deformasyonu diploid eşdeğerlerinden daha yüksek oranda ortaya çıkmıştır (Sadler vd., 2001). Ünlü, (2004) triploid gökkuşacağı alabalığında tek yâda üç loblu kuyruk yüzgeci oluşumu, anal yüzgecin bulunmaması, lordosis, skolozis ve kifosis gibi anormallikler olduğunu bildirmiştir. Triploid kanal yayın balığında, diploid kanal yayın balığından daha koyu olan pigmentasyon gibi dış görünüşle ilgili özellikler diploid ve triploidler arasında değişiklik gösterir. Diploid ve triploid ot sazınının morfolojisi ve meristik karakterleri farklıdır (Bonar vd., 1988). Triploid alabalıkta erken dönemde daha yüksek oranda anormallik gözlenirken satış boyunda daha düşük oranda gözlenir (Piferrer vd., 2009).

Mevcut çalışmada kalkan balığı için yapılan deformasyon değerlendirmesinde incelenen balıkların yarıdan fazlasında kuyruk deformasyonu görülmüştür. Bunu omur ve yüzgeç anormallikleri takip etmektedir. Kalkan balıklarında triploid uygulaması ile meydana gelen anormalliklerde diploidlere göre artış söz konusu değildir.

5. SONUÇLAR

Bu araştırma ile Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde soğuk şok ile triploid uygulaması gerçekleştirilmiş ve triploidinin kalkan balığının erken döneminde meydana getirdiği etkiler incelenmiştir. Ploidinin yumurta ve larvalar üzerindeki yaşama oranları açısından etkisi irdelenmiştir. Farklı yetiştiricilik ortamlarında (sıcaklık farkı) triploid bireylerin yaşam oranı, yem değerlendirme ve büyüme performansları diploid eş değerleri ile karşılaştırılmıştır. Bunun yanında triploid uygulaması ile elde edilen bireylerde meristik ve anormallikler karşılaştırılmalı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Yumurtaların dölllenme oranları (dölleneden 35 saat/derece sonraki yumurta yaşam oranı) ve çıkış oranları soğuk şok grubunda nispeten düşük olmasına karşın aradaki fark önemli bulunmamıştır.

Larvaların yaşama oranı hem şok hem de kontrol grubu için 40. günde %20'nin 90. günde %90'nın üzerindedir. Ploidinin deney şartlarında balıkların yaşama oranı, boy ve ağırlıkları üzerine etkisi önemli oranda değildir.

Yavru balıkların yaşama oranları üzerine ploidinin ve sıcaklık farkının bir etkisi olmamıştır.

Yavru döneminde olsa bile triploid balıklar daha fazla yem tüketmesine rağmen yem dönüşüm oranlarının yüksek olmasından dolayı diploid kontrol grup ile benzer büyüme göstermektedirler.

Düşük sıcaklıkta büyütülen triploid yavru balıkların tükettiği yem miktarı diploid kontrol grup ile benzer fakat yem değerlendirme oranı daha yüksek ve büyüme hızı kontrol grubundan daha düşüktür.

Genç kalkan balıklarının büyümesi için optimum sıcaklık diploid balıklar için 18,0°C ve triploid balıklar için 18,2°C'dir. Yem değerlendirme için optimum sıcaklık ise diploid balıklar için 16,2°C ve triploid balıklar için 16,7°C olarak tespit edilmiştir. büyüme ve yem değerlendirme için gerekli optimum sıcaklıklar triploid grupta diploid gruptan daha yüksektir.

Triploid kalkan balığının optimum değerlerden daha düşük sıcaklıklarda yetiştirilmesi durumunda hem büyüme hem de yem değerlendirme açısından daha kötü performans sergilediği ifade edilebilir.

Diploid ve triploid gruplarda meristik karakterlerinin minimum ve maksimum değerleri omur sayılarında benzerlik gösterirken, yüzgeç ışın sayılarında farklılık göstermiştir. Ayrıca meristik karakterler bakımından diploid ve triploid gruplar arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir

Triploid kalkan balıklarında ve onları eş değer kontrol gruplarında deformasyon tipleri, görülme oranları, görülme sıklıkları ve görüldükleri yerler bakımından önemli farklılıklar bulunmamıştır.

6. ÖNERİLER

Döllenme oranı, çıkış oranı, yaşama oranı ve büyüme gibi parametreler üzerinde önemli bir olumsuzluğa sebep olmadığından triploid uygulaması tavsiye edilebilir.

Anormallikler açısından da şok grubu ile kontrol grubu arasında önemli farklılıklar yoktur. Bununla birlikte meristik karakterler bakımından şok grubunda ortaya çıkan farklılıkların nedenleri araştırılmalıdır. Genç kalkan balıklarının büyümesi için optimum sıcaklık şartlarına uyulmalı (diploid balıklar için 18,0°C ve triploid balıklar için 18,2°C), ayrıca farklı yetiştiricilik ortamlarında (düşük sıcaklık gibi) triploidlerin büyüme, yem değerlendirme oranı gibi performansları olumsuz etkilendiğinden yetiştiricilik yaparken bu durum göz önünde tutulmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Aksungur, N., Akbulut, B., Şahin, T., Üstündağ, C., Çiftçi, Y. ve Kutlu İ., 2003. Karadeniz’de Kalkan Balığı (*Psetta maxima*) Yetiştiriciliğinin Araştırılması, Proje Sonuç Raporu, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon, 65 s.
- Akşiray, F., 1954. Türkiye Deniz Balıkları Tayin Anahtarı, Pulhan Matbaası, İstanbul. Üniversitesi. Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü, İstanbul, 283 s.
- Amaoka, K., Yosedo, K., Şahin, T., Üstündağ, C. ve Çiftçi, Y., 2001. Flatfishes (Order Pleuronectiformes) Found in Black Sea and Its Adjacent Waters, Central Fisheries Research Institute, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Special Publication No: 1 Trabzon, 27 s.
- Arnaiz, R., 1994. Diversesification in the Turbot Industry, Turbot Culture: Problems and Prospects, European Aquaculture Society, Special Publication No: 22 Gent, Belgium, 358 s.
- Árnason, T., Björnsson, B., Steinarsson A. ve Oddgeirsson, M., 2009. Effects of Temperature and Body Weight on Growth Rate and Feed Conversion Ratio in Turbot (*Scophthalmus maximus*), Aquaculture, 295, 218-225.
- Aune, A., Imsland, A. K. ve Pittman, K., 1997. Growth of Juvenile Halibut, *Hippoglossus hippoglossus* (L.), Under A Constant and Switched Temperature Regime, Aquaculture Research, 28,931-939.
- Aydın, İ., 2008a. Karadeniz Kalkan Balığı (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758) Yumurta Kalitesinin Blastomer Morfolojisi ile Tahmin Edilmesi ve Triploid Uygulamasının Yumurta Kalitesine Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Rize Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, 90s.
- Aydın, İ., Kolotoğlu, L. ve Iwamoto, H., 2003. Spontaneous Spawning of Turbot (*Psetta maxima*), Yunus Research Bulletin, 3, 4.
- Aydın, İ., Küçük, E., Polat. H. ve Iwamoto. H., 2008b. Kalkan Balığı (*Psetta maxima*)’nda Kemik ve Kıkırdak Boyama Prosedürü, Journal of Fisheriesciences.com, 2, 3, 440-446
- Aydın, İ. ve Şahin, T., 2011. Reproductive Performance of Turbot (*Psetta maxima*) in the Southeastern Black Sea, Turkish Journal of Zoology, 35, 109-113
- Beaumont, A. R. ve Hoare K., 2003, Biotechnology and Genetics in Fisheries and Aquaculture, Blackwell Science, UK, 158 s.

- Blanc, J. M., Poisson, H. ve Vallée, F., 2001. Covariation Between Diploid and Triploid Progenies from Common Breeders in Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), Aquaculture Research 32, 507-516.
- Boglione, C., Gagliardi, G., Scardi, M. ve Cataudella, S., 2001. Skeletal Descriptors and Quality Assessment in Larvae and Post-Larvae of Wild-Caught and Hatchery-Reared Gilthead Sea Bream (*Sparus Aurata* L. 1758), Aquaculture, 192, 1-22.
- Boglione, C., Marino, G. ve Giganti, M., 2009. Skeletal Anomalies in Dusky Grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834) Juveniles Reared With Different Methodologies and Larval Densities, Aquaculture, 291, 48-60.
- Bonar, S. A., Thomas, G. L. ve Pauley, G. B., 1988. Evaluation of the Separation of Triploid and Diploid Grass Carp, *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes), by External Morphology, Journal of Fish Biology, 33, 895-898.
- Cal, R.M., Vidal, S., Martinez, P., Álvarez-Blázquez, B., Gómez, C. ve Piferrer, F., 2006a Growth And Gonadal Development Of Gynogenetic Diploid *Scophthalmus maximus*, Journal of Fish Biology, 68, 401-413.
- Cal, R. M., Vidal, S., Gómez, C., Álvarez-Blázquez, B., Martinez, P. ve Piferrer, F., 2006b. Growth and Gonadal Development in Diploid and Triploid Turbot , (*Scophthalmus Maximus*), Aquaculture, 256, 99-108.
- Chanet, B., 2003, Interrelationships of Scopthamid Fishes (Pleuronectiformes: Scopthalmidae) Cybiurn, 27, 275-286.
- Chen, S. L., Ji, X. S., Yu, G. C., Tian, Y. S ve Sha, Z. X., 2004. Cryopreservation of Sperm from Turbot (*Scophthalmus maximus*) and Application to Large-Scale Fertilization. Aquaculture, 236, 547-556.
- Chereguini, O., Garcia De La Banda, I., Rasines, I. ve Fernandez, A., 1999. Artificial Fertilization in Turbot, *Scophthalmus maximus* (L.): Different Methods and Determination of the Optimal Sperm-Egg Ratio, Aquaculture Research, 30, 319-324.
- Chrisman, C. L., Wolters, W. R. ve Libey, G. S., 1993. Triploidy in Channel Catfish. J. World Maricul. Soc., 14, 279-293.
- Cotter, D., O'Donovan, V., O'Maoileidigh, N., Rogan, G., Roche, N. ve 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.
- Cotter, D., O'Donovan, V., Drumm, A., Roche, N., Ling, E. N. ve Wilkins, N. P., 2002. Comparison of Fresh Water and Marine Performances of All-Female Diploids and Triploid Atlantic Salmon (*Salmo Salar*), Aquaculture Research, 33, 43-53.

- Çiftçi, Y., Üstündağ, C., Erteken, A., Özongun, M., Ceylan, B., Haşimoğlu, A., Güneş, E., Yoseda, K., Sakamoto, F., Nezaki, G. ve Hara, S., 2002. Karadeniz'de Kalkan Balığı (*Psetta maxima*) Yavru Üretim Tekniği. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enst. ve JICA. Trabzon. 82 s.
- Daniels, H. V. ve Watanabe, W. O., 2010. Practical Flatfish Culture and Stock Enhancement, Blackwell Publishing, Iowa, 366 s.
- Deschamps, M. H., Kacem, A., Ventura, R., Courty, G., Haffray, P., Meunier, F. G. ve Sire, J. Y., 2008. Assessment of "Discreet" Vertebral Abnormalities, Bone Mineralization and Bone Compactness in Farmed Rainbow Trout, Aquaculture, 279, 11-17.
- Devauchelle, N., Alexandre, J. C., Le Corre, N. ve Letty, Y., 1988. Spawning of Turbot (*Scophthalmus maximus*), in Captivity, Aquaculture, 69, 159-184
- Dunham, R. A., 1990. Production and Use of Monosex or Sterile Fishes in Aquaculture. Rev. Aquat. Sci., 2, 1-17.
- Dunham, R. A., 2004. Aquaculture and Fisheries Biotechnology Genetic Approaches, CABI Publishing, Cambridge, 372 s.
- Favaloro, E. ve Mazzola, A., 2000. Meristic Character Analysis and Skeletal Anomalies During Growth in Reared Sharpshout Seabream. Aquaculture International, 8, 417-430.
- Fjelldal, P. G., Nordgarden, U., Berg, A., Grotmol, S., Totland, G. K., Wargelius, A. ve Hansen, T., 2005. Vertebrae of The Trunk and Tail Display Different Growth Rates in Response to Photoperiod in Atlantic Salmon, *Salmo Salar* L., Post-Smolts, Aquaculture, 250, 516-524.
- Fjelldal, P. G., Lock, E. J., Grotmol, S., Totland, G. K., Nordgarden, U., Flik, G. ve Hansen, T., 2006. Impact of Smolt Production Strategy on Vertebral Growth and Mineralisation During Smoltification and the Early Seawater Phase in Atlantic Salmon (*Salmo Salar*, L.), Aquaculture, 261, 715-728.
- Flajshans, M., Kvanicka, P. ve Rab, P., 1993. Genetic Studies in Tench (*Tinca tinca* L.): High incidence of Spontaneous Triploidy, Aquaculture, 110, 243-248.
- Froese, R. ve Pauly, D., 2007. Fish Base. www.Fishbase.org
- Galbreath, P. F., St Jean, W., Anderson, V. ve Thorgaard, G. H., 1994. Freshwater Performance of All Female Diploid and Triploid Atlantic Salmon, Aquaculture, 128, 41-49.
- Gavaia, P.J., Dinis, M. T. ve Cancela, M. L., 2002. Osteological Development and Abnormalities of the Vertebral Column and Caudal Skeleton in Larval and Juvenile Stages of Hatchery-Reared Senegalese Sole (*Solea senegalensis*), Aquaculture, 211, 305-323.

- Genç, Y., Zengin, M., Bahar, S., Tabak, İ., Ceylan, B., Çiftçi, Y., Üstündağ, C., Akbulut, B. ve Şahin, T., 1998, Ekonomik Deniz Ürünleri Araştırma Projesi Sonuç Raporu, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Trabzon 157s
- Gillet, C., Vauchez, C. ve Haffray, P., 2001. Triploidy Induced by Pressure Shock in Arctic Charr (*Salvelinus alpinus*): Growth, Survival and Maturation Until the Third Year. Aquatic Living Resources, 14, 327-334.
- Gjedrem, T., 1985. Improvement of Productivity Through Breeding Schemes. Geo Journal, 10, 233-241.
- Gjedrem, T., 2005, Selection and Breeding Programs in Aquaculture, Springer, Hollanda, 364 s.
- Gomelsky, B. I. 2003. Chromosome Set Manipulation and Sex Control in Common Carp: A Review, Aquatic Living Resources, 16, 408-415.
- Haga, Y., Takeuchi, T. ve Seikai, T., 2002. Influence of All-Trans Retinoic Acid on Pigmentation and Skeletal Formation in Larval Japanese Flounder, Fisheries Sciens, 68, 560-570.
- Haga, Y., Du, S-J., Satoh, S., Kotani, T., Fushimi, H. ve Takeuchi, T., 2011. Analysis of the Mechanism of Skeletal Deformity in Fish Larvae Using A Vitamin A-Induced Bone Deformity Model, Aquaculture, 315, 26-33.
- Hara, S., 2002. Present Status of Fish Culture Development Project in the Black Sea Under JICA Program, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2, 1-3.
- Hara, S., Özongun, M., Güneş, E. ve Ceylan, B., 2002. Broodstock Rearing and Spawning of Black Sea Turbot, *Psetta maxima*, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2, 9-12.
- Haniffa, M. A., Sridar, S. ve Nagarajan, M., 2004. Induction of Triploidy and Tetraploidy in Stinging Catfish *Heteropneustes fossilis* (Bloch), Using Heat Shock, Aquaculture Research, 35, 937-942.
- Happe, A., Quillet, E. ve Chevassus, B., 1988. Early Life History of Triploid Rainbow Trout (*Salmo gairdneri* Richardson), Aquaculture, 71, 107-118.
- Henken, A. M., Brunink, A. M. ve Richter, C. J. J., 1987. Differences in Growth Rate and Feed Utilization Between Diploid and Triploid African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822), Aquaculture, 63, 233-242.
- Hilomen-Garcia, G. H., 1997. Morphological Abnormalities in Hatchery-Bred Milkfish, *Chanos chanos* Forsskal Fry and Juveniles, Aquaculture, 152, 155-166.
- Hussain, M. G., Rao, G. S. P. ve Humayun, N. M., 1995. Comparative Performance of Growth, Biochemical Composition and Endocrine Profiles in Diploid and Triploid Tilapia *Oreochromis niloticus* L., Aquaculture, 138, 87-97.

- Hyndman, C. A., Kieffer, J. D. ve Benfey, T. J., 2003. Physiology and Survival of Triploid Brook Trout Following Exhaustive Exercise in Warm Water, Aquaculture, 221, 629-643.
- Imsland, A. K., Sunde, L. M., Folkvord, A. ve Stefansson, S. O., 1996. The interaction of Temperature and Fish Size on Growth of Juvenile Turbot, Journal of Fish Biology, 49, 926-940.
- Imsland, A. K., Foss, A., Nævdal, G., Cross, T., Bonga, S.W., Ham, E. V. ve Stefansson, S. O., 2000. Countergradient Variation in Growth and Food Conversion Efficiency of Juvenile Turbot, Journal of Fish Biology, 57, 1213-1226.
- Imsland A. K, Foss, A., Nævdal, G. ve Stefansson, S. O., 2001a. Selection or Adaptation: Differences in Growth Performance of Juvenile Turbot (*Scophthalmus maximus* Rafinesque) from Two Close-By Localities Off Norway, Sarsia, 86, 43-51.
- Imsland, A. K., Foss, A., Gunnarsson, S., Berntssen, M., Fitzgerald, R., Bonga, S. W., Van Ham, E., Nævdal, G. ve Stefansson, S. O., 2001b. The Interaction of Temperature and Salinity on Growth and Food Conversion in Juvenile Turbot (*Scophthalmus maximus*), Aquaculture 198, 353-367.
- Imsland, A. K., Foss, A., Koedjik, R., Folkvord, A., Stefansson, S. O. ve Jonassen, T. M., 2006. Short and Long-Term Differences in Growth, Feed Conversion Efficiency and Deformities in Juvenile Atlantic Cod (*Gadus morhua*) Started on Rotifers or Zooplankton, Aquaculture Research, 37, 1015-1027.
- Imsland, A. K., Schram, E., Roth, B., Schelvis-Smit, R. ve Kloet, K., 2007. Improving Growth in Juvenile Turbot (*Scophthalmus maximus* Rafinesque) by Rearing Fish in Switched Temperature Regimes, Aquaculture International, 15, 403-407.
- Irwin, S., O'Halloran, J. ve Fitzgerald, R. D., 2002. The Relationship Between Individual Consumption and Growth in Juvenile Turbot, *Scophthalmus maximus*, Aquaculture, 204,65-74.
- Ivanov, L. ve Beverton, R. J. H., 1985. The Fisheries Resources of The Mediterranean, Part 2, Black Sea Etud. Rev., CGPM, 135 s.
- Kankaya, E., 1998. Gökkuşığı Alabalığında (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Isı Şoku Uygulamasıyla Triploidi Oluşturulması Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van 54 s.
- Kjørsvik, E., Hoehne-Reitan, K. ve Reitan, K. I., 2003. Egg and Larval Quality Criteria as Predictive Measure for Juvenile Production in Turbot (*Scophthalmus maximus* L.), Aquaculture, 227 9-20.
- Legatt, R. A. ve Iwama, G. K., 2003. Occurrence of Polyploidy in the Fishes, Reviews in Fish Biology and Fisheries, 13, 237-246.

- Le Vay, L., Carvalho, G. R., Quintio, E. T., Lebata, J. H., Ut, V. N. ve Fushimi, H., 2007. Quality of Hatchery-Reared Juveniles for Marine Fisheries Stock Enhancement, Aquaculture, 268, 169-180.
- Lewis, L. M., Lall, S. P. ve Witten, P. E., 2004. Morphological Description of the Early Stages of Spine and Vertebral Development in Hatcheryreared Larval and Juvenile Atlantic Halibut (*Hippoglossus hippoglossus*), Aquaculture, 241, 47-59.
- Lewis, L. M. ve Lall, S. P., 2006. Development of the Axial Skeleton And Skeletal Abnormalities of Atlantic Halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) from First Feding Through Metamorphosis, Aquaculture, 257, 124-135.
- Liewes, E.W., 1984. Culture, Feeding and Diseases of Commercial Flatfish Species, A. A. Balkema, Rotterdam, Nederlands, 104 s.
- Lilyestrom, C. G., Wolters, W. R., Bury, D., Rezk, M. ve Dunham, R. A., 1999. Growth, Carcass Traits, and Oxygen Tolerance of Diploid and Triploid Catfish Hybrids, North American Journal of Aquaculture, 61, 293-303.
- Lincoln, R. F., 1981. Sexual Maturation in Female Triploid Plaice, *Pleuronectes platessa*, and Plaice ´ Flounder, *Platichthys flesus*, Hybrids. Journal of Fish Biology, 19, 499–507.
- Linhart, O., Flajšhans, M. ve Kvasnica, P., 1991. Induced Triploidy in the Common Carp (*Cyprinus Carpio* L.): A Comperasion of Two Methods, Aquatic Living Resources, 4, 139-145.
- Liu, W., Heasman, M. ve Simpson, R., 2004. Optimization of Triploidy Induction in the Blacklip Abalone, *Haliotis rubra* (Leach, 1814), Using 6-Dimethylaminopurine Aquaculture Research, 35, 1076-1085.
- Loopstra, D. P. ve Hansen, P. A., 2006. Triploidy Induction in Arctic Char *Salvelinus alpinus* Using Heat Shocking and Pressure Shoking Techniques, Fisheri Data Report No:06-19, Alaska Department of Fish, Research and Technical Servis, Alaska
- Madsen, L.ve Dalsgaard, I., 1999. Vertebral Column Deformities in Farmed Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*, Aquaculture, 171, 41-48.
- Mallia, J. V., Muthiah, P. ve Thomas, P. C., 2006. Growth of Triploid Oyster, *Crassostrea madrasensis* (Preston), Aquaculture Research, 37, 718-724.
- Maslova, O. N., 2002. Problems and Achievements in Seed Production of Black Sea Turbot in Russia, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2, 23-27.

- Mazurais, D., Glynatsi, N., Darias, M. J., Christodouloupoulou, S., Cahu, C. L., Zambonino-Infante, J. L. ve Koumoundouros, G., 2009. Optimal Levels of Dietary Vitamin A For Reduced Deformity Incidence During Development of European Sea Bass Larvae (*Dicentrarchus labrax*) Depend On Malformation Type, Aquaculture, 294,262-270.
- Maxime, V., 2008. The Physiology of Triploid Fish: Current Knowledge and Comparisons With Diploid Fish, Fish and Fisheries, 9, 67-78
- Mccarthy, I. D., Carter, C. G., Houlihan, D. F., Johnstone, R. ve Mitchell, A. I.,1996. The Performance of All-Female Diploid and Triploid Atlantic Salmon Smolts on Transfer Together to Sea Water, Journal of Fish Biology 48, 545–548.
- Mcevoy, L. A., 1984. Ovulatory Rhythms and Over-Ripening of Eggs in Cultivated Turbot, *Scophthalmus maximus* L. Journal of Fish Biology, 24, 437-448.
- Mcgeachy, S. A., Benfey, T. J. ve Friars, G. W., 1995. Freshwater Performance of Triploid Atlantic Salmon (*Salmo salar*) in New Brunswick Aquaculture, Aquaculture, 137, 333-341.
- Mori, T., Saito, S., Kishioka, C. ve Arai, K., 2004. Introduction of Triploids and Gynogenetic Diploids in Barfin Flounder *Verasper moseri*, Nippon Suisan Gakkaishi, 70, 145-151.
- Mori, T., Saito, S., Kishioka, C. ve Arai, K., 2006. Aquaculture Performance of Triploid Barfin Flounder *Verasper moseri*, Fisheries Sciens, 72, 270-277.
- Moteki, M., Yoseda, K., Şahin, T., Üstündağ, C. ve Kohno, H., 2001. Transition from Endogenous to Exogenous Nutritional Sources in Larval Black Sea Turbot *Psetta maxima*. Fisheries Sciens, 67, 571-578.
- Mugnier, C., 2000. Induction and Synchronization of Spawning in Cultivated Turbot *Scophthalmus maximus* L. Broodstock by Implantation of A Sustained-Release GnRH-A Pelet, Aquaculture, 181, 241-255.
- Munroe, T. A., 2005. Flatfishes Biology and Exploitation, Gibson, R.N., Blackwell Science, UK, 391 s.
- Nasır, N. A. ve Poxton, M. G., 2001, Substratum Preferences of Juvenile Flat Fish, Cybiun, 25, 2, 109-117.
- Nielsen, J. G., 1986. Scophthalmidae. In: Whitehead PJP, Bauchot M-L, Hureau J-C, Nielsen J, Tortonese E (Eds). Fishes Of The North-Eastern Atlantic And Mediterranean, III.UNESCO, Paris, 1287-1293.
- Norris, B.J. ve Preston, N.P., 2003. Triploid Induction in the Tropical Abalone, *Haliotis asinins* (Linne), With 6-Dimethylaminopurine. Aquaculture Research, 34, 261-264.

- Oliva-Teles, A. ve Kaushik, S. J. 1990. Effect of Temperature on Utilization of Endogenous Energy Reserves During Embryonic Development of Diploid and Triploid Rainbow Trout (*Salmo gairdneri* R.), Aquaculture, 84, 373-382.
- Oppedal, F., Taranger, G.L. ve Hansen, T., 2003. Growth Performance and Sexual Maturation in Diploid and Triploid Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in Seawater Tanks Exposed to Continuous Light or Simulated Natural Photoperiod, Aquaculture, 215, 145-162.
- Özden, O., Güner, Y. ve Kızak, V., 2003. Tatlı Su Balık Kültüründe Uygulanan Bazı Biyoteknolojik Yöntemler, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 20, 563-574.
- Öztürk, Ş., 1998. Diploid ve Triploid Gökkuşuğu Alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss* (W.,1792)'in Erken Hayat Evresinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 36 s.
- Pechsiri, J. ve Yakupitiyage, A., 2005. A Comparative Study of Growth and Feed Utilization Efficiency of Sex Reversed Diploid and Triploid Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* L., Aquaculture Research, 36, 45-51.
- Person-Le Ruyet, J., 2002 Turbot (*Scophthalmus maximus*) Grow-Out in Europe: Practices, Results and Prospects. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2, 29-39.
- Peruzzi, S. ve Chatain, B., 2000. Pressure and Cold Shock Induction of Meiotic Gynogenesis and Triploidy in the European Sea Bass, *Dicentrarchus labrax* L.: Relative Efficiency of Methods and Parental Variability, Aquaculture, 189, 23-37.
- Piferrer, F., Beaumont, A., Falguière, J. C. ve Colombo, L., 2006. I. Performance Improvements By Polyploidization In Aquaculture. In: "Performance Improvements By Polyploidisation, Gene Transfer And DNA Vaccination In Aquaculture". Colombo, L., Crosetti, D. And Svaasand T. (Eds). GENIMPACT Project: Evaluation of Genetic Impact of Aquaculture Activities on Native Populations. A European Network. WP1 Workshop "Genetics of Domestication, Breeding and Enhancement of Performance of Fish and Shellfish", Viterbo, Italy, 12-17th June.
- Piferrer, F., Cal, R.M., Álvarez-Blázquez, B., Sánchez, L. ve Martinez, P., 2000. Induction Of Triploidy In The Turbot (*Scophthalmus Maximus*): I. Ploidy Determination And The Effects Of Cold Shocks. Aquaculture 188, 79-90.
- Piferrer, F., Cal, R.M., Gómez, C., Bouza, B.ve Martinez, P., 2003. Induction of Triploidy in The Turbot (*Scophthalmus maximus*): II. Effects of Cold Shock Timing and Induction of Triploidy in A Large Volume of Eggs. Aquaculture, 220, 821-831.

- Piferrer, F., Beaumont, A., Falguière, J-C., Flajšhans, M., Haffray, P. ve Colombo, L., 2009. Polyploid Fish and Shellfish: Production, Biology and Applications to Aquaculture for Performance Improvement and Genetic Containment, Aquaculture, 293, 125-156
- Puvanendran, V., Calder-Crewe, C. ve Brown, J. A., 2009. Vertebral Deformity in Cultured Atlantic Cod Larvae: Ontogeny and Effects on Mortality, Aquaculture Research, 40, 1653-1660.
- Polat, H., 2011. Farklı Sıcaklık ve Tuzlulukta İnkübe Edilen Kalkan Balığı (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758) Yumurtalarının Embriyonik Gelişimi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Potthof, T., 1984. Clearing and Staining Techniques, Ontogeny and Systematics of Fishes, American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication, 1, 35-37
- Quillet, E., Chevassus, B., ve Devaux, A., 1988. Timing and Duration of Hatching in Gynogenetic, Triploid, Tetraploid, and Hybrid Progenies in Rainbow Trout, Génét. Sél. Evol., 20, 199-210.
- Reddy, P.V.G.K., Kowtal, G.V., ve Tantia, M.S., 1990. Preliminary Observations On Induced Polyploidy In Indian Major Carps, *Labeo Rohita* H. And *Catla Catla* H. Aquaculture, 87, 215-228.
- Sadler, J., Pankkurst, P. M. ve King, H. R., 2001. High Prevalence of Skeletal Deformity and Reduced Gill Surface Area in Triploid Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.), Aquaculture, 198, 369-386.
- Sellars, M. J., Degnan, B. M. ve Preston, N. P., 2006. Production of Triploid Kuruma Shrimp, *Marsupenaeus (Penaeus) japonicus* (Bate) Nauplii Through Inhibition of Polar Body I, or Polar Body I and II Extrusion Using 6-Dimethylaminopurine, Aquaculture, 256, 337-345.
- Slastenenko, E., 1956. Karadeniz Havzası Balıkları, Et ve Balık Kurumu Umum Müdürlüğü, İstanbul, 711 s.
- Stefánsson, M. Ö., Fitzgerhard, R. D. ve Cross, T. F., 2002. Growth, Feed Utilization and Growth Heterogeneity in Juvenile Turbot *Scophthalmus maximus* (Rafinesque) Under Different Photoperiod Regimes, Aquaculture Research, 33, 177-187.
- Şahin, T., 2001. Larval Rearing of the Black Sea Turbot, *Scophthalmus maximus* (Linnaeus, 1758), Under Laboratory Conditions, Turkish Journal of Zoology, 25, 447-452
- Takeuchi, T., Dedi, J., Haga, Y., Seikai, T. ve Watanabe, T., 1998. Effect of Vitamin A Compounds on Bone Deformity in Larval Japanese Flounder (*Paralichthys olivaceus*), Aquaculture, 169, 155-165.

- Tiwary, B. K., Kirubakaran, R. ve Ray, A. K., 1999. Altered Body Shape as a Morphometric indicator of Triploidy in Indian Catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), Aquaculture Research, 30, 907-910.
- Tiwary, B. K. ve Ray, A. K., 2004. Alterations in Air-Sac and Skeleton of Triploid *Heteropneustes fossilis*, Journal of Fish Biology, 64, 268-272.
- Thorgaard G. H., ve Gall, G. 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.
- Troup, A. J., Cairns, S. C. ve Simpson R. D., 2005. Growth and Mortality of Sibling Triploid and Diploid Sydney Rock Oysters, *Saccostrea glomerata* (Gould), in the Camden Haven River, Aquaculture Research, 36, 1093-1103.
- Ünlü, A., 2004, Sıcak ve Soğuk Şok Yöntemiyle Elde Edilen Triploid Gökkuşığı Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Bazı Anatomik ve Histolojik Gelişim Bozukluklarının Tespiti Üzerine Bir Çalışma, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 59 S.
- Wolters, W. R., Libey, G. S. ve Chrisman. C. L., 1982. Effect of Triploidy on Growth and Gonad Development of Channel Catfish, Trans. Amer. Fish. Soc., 111, 102-105.
- Zar, J. H., 1999. Biostatistical Analysis, A Viacom Company, New Jersey, 870 s.

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 1993 yılında Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesinden mezun oldu. 1994-1995 yıllarında askerlik hizmetini yerine getirdi. 1995-1997 yılları arasında özel sektörde mühendis olarak çalıştı. 1997-1998 yıllarında Konya'da öğretmenlik yaptı. 1998-1999 yıllarında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğünde mühendis olarak çalıştı. Ekim 1999'da Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde mühendis olarak göreve başladı. Haziran 2004-Kasım 2004 arasında Japonya'da "Marine Farming for Stock Enhancement" isimli kursa katıldı. Eylül 2005-Ocak 2008 arasında Rize Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans eğitimi aldı. Ocak 2008'de Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "Doktora" eğitimine başladı.

Halen Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsünde, çeşitli projelerde proje lideri ve araştırmacı olarak görev yapmaktadır. Enstitünün çıkardığı 'Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science' isimli bilimsel dergide yönetici editörlük yapmaktadır. Evli ve bir çocuğu vardır. İyi derecede İngilizce bilmektedir.