



**T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**BASINÇ ŞOKU İLE ÜRETİLEN TRİPLOİD KARADENİZ
ALABALIĞI (*Salmo labrax*)'NIN TATLISU VE DENİZ SUYUNDA
GELİŞİM PERFORMANSLARININ İRDELENMESİ**

(Doktora Tezi)

Recayi ÇİMAGİL

**Danışman
Doç. Dr. Fatma DELİHASAN SONAY**

**RİZE
2025**

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalında, Doç. Dr. Fatma DELİHASAN SONAY danışmanlığında, Recayi ÇİMAGİL tarafından hazırlanan *Basınç Şoku ile Üretilen Triploid Karadeniz Alabalığı (Salmo labrax) 'nın Tatlısu ve Deniz Suyunda Gelişim Performanslarının İrdelenmesi* adlı bu tez çalışması, 29/05/2025 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliğiyle/oy çokluğuyla başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Ünvanı, Adı SOYADI	İmza
Başkan	: Prof. Dr. Nadir BAŞÇINAR	
Üye	: Doç. Dr. Fatma DELİHASAN SONAY	
Üye	: Prof. Dr. Abdullah ALTUNIŞIK	
Üye	: Prof. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU	
Üye	: Prof. Dr. Süleyman AKHAN	

ETİK BEYAN

Su Ürünleri Doktora Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Basınç Şoku ile Üretilen Triploid Karadeniz Alabalığı (*Salmo labrax*)’nın Tatlısu ve Deniz Suyunda Gelişim Performanslarının İrdelenmesi” adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Tez çalışmamda, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya kusurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dâhil, sahibine/kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve / veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılabilecek bir durumun ortaya çıkması halinde; Üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim.

29/05/2025

Recayi ÇİMAGİL

ÖNSÖZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Karadeniz alabalığında basınç şoku yöntemiyle triploidizasyonun büyüme performansı, et kalitesi ve smoltifikasyon kabiliyeti üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmanın amacı, basınç şoku yöntemiyle triploid Karadeniz alabalığı üretmek ve triploidizasyonun Karadeniz alabalıklarında deniz ve tatlısu ortamlarındaki büyüme performansı, smoltifikasyon süreci ve et kalitesi üzerine etkilerini belirlemektir.

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve sonuçların değerlendirilmesi aşamalarında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, her daim yardım ve desteğini esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam sayın Doç. Dr. Fatma DELİHASAN SONAY'a minnettarlığımı bildirir, içtenlikle teşekkür ederim. Tez çalışmalarının yürütülmesinde değerli katkılarda bulunan Tez İzleme Komitesi üyeleri Prof. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU ve Prof. Dr. Abdullah ALTUNIŞIK'a tez çalışmalarımın da yer aldığı projenin ekibinden Uzman Biyolog Şirin FİRİDİN, Prof. Dr. Tülin ARSLAN, Doç. Dr. Rafet Çağrı ÖZTÜRK, Dr. Sebahattin KUTLU, Dr. Gülsüm BALÇIK MISIR ve tüm proje ekibime ayrıca teşekkür ederim. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitü Müdürü olarak görev yapan Doç. Dr. İlhan AYDIN ve Dr. Ercan KÜÇÜK'e; çalışma süresince şahsıma desteklerini esirgemeyen Dr. Ahmet Faruk YEŞİLSU, Dr. Recep PARLAK ve Mühendis Eyüp ÇAKMAK'a ayrıca teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca bana destek olan anne ve babama, varlığı ile her daim yanımda olarak bana en büyük desteği sağlayan değerli eşime, evlatlarım Mustafa Saltuk, Said Akif ve Emir Asaf'a sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu doktora tezi, Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından TAGEM/HAYSÜD/G/19/A6/P2/2448 proje numaralı, "Alabalık Islah Hatları Oluşturulmasında Moleküler Genetik ve Biyoteknolojik Yöntemlerin Kullanımı" başlıklı proje ile desteklenmiştir.

Recayi ÇİMAGİL
RİZE/2025

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	I
ETİK BEYAN	II
ÖNSÖZ	III
ÖZET	VII
ABSTRACT.....	VIII
KISALTMALAR	IX
TABLolar LİSTESİ	XI
ŞEKİLLER LİSTESİ	XII
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	4
1.1. Karadeniz Alabalığı (<i>Salmo labrax</i>)'nın Genel Özellikleri	4
1.1.1. Türün Biyolojisi.....	4
1.1.2. Yetiştiriciliği, Beslenme ve Üreme Özellikleri.....	5
1.2. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Triploidizasyon	6
1.2.1. Triploidizasyon Yöntemleri.....	7
1.2.2. Triploid Oranının Belirlenmesi	7
1.2.3. Triploidizasyonun Etkileri	8
1.2.3.1. Büyüme Performansına Etkileri	8
1.2.3.2. Morfoloji ve Üreme Üzerine Etkileri	8
1.2.3.3. Balık Davranışları Üzerine ve Hastalıklara Etkileri	9
1.3. Salmonidlerde Smoltifikasyon	9
1.4. Balıklarda Genel Kan İçeriği	11
1.4.1. Katı Kısım Parçacıkları	12
1.4.1.1. Eritrositler (Kırmızı Kan Hücreleri, RBC)	12
1.4.1.2. Lökositler (Beyaz Kan Hücreleri, WBC)	13
1.4.1.3. Trombositler (Pıhtılaşma Hücreleri, PLT)	13
1.4.2. Sıvı Kısım Parçaları.....	13
1.4.2.1. Kan Plazması	13
1.5. Amino Asitler	15
1.6. Yağ Asitleri.....	17

1.7. Literatür Özetleri	19
1.7.1. Basınç Şoku Yöntemiyle Yapılan Triploidizasyon Çalışmaları	19
1.7.2. Triploidizasyonun Balıkların Büyüme Performansı ve Smoltifikasyon Süreci Üzerine Etkilerinin Belirlenmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar	21
1.7.3. Balıklarda Amino Asit ve Yağ Asit Profillerinin Belirlenmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar	24
2. MATERYAL METOT	31
2.1. Araştırma Üniteleri ve Çalışma Süreleri	31
2.2. Yüksek Basınç Makinesi	32
2.3. Balık Materyali.....	33
2.4. Yem Materyali	33
2.5. Sağım Çalışmaları ve Triploidizasyon Uygulamaları	34
2.5.1. Döllenme Oranının Belirlenmesi.....	36
2.5.2. Çıkış Oranı ve Larval Yaşama Oranının Belirlenmesi	36
2.6. Deformasyon Oranının Belirlenmesi	36
2.7. Triploid Oranının Belirlenmesi	36
2.8. Büyüme Performansının Belirlenmesi	38
2.9. Smoltifikasyon Takibinin Yapılması	39
2.9.1. Hematolojik Kan Parametrelerinin Analizi	39
2.9.2. Biyokimyasal Kan Parametrelerinin Analizi	40
2.10. Besin Kompozisyonu Analizleri	41
2.10.1. Ham Protein Analizi	41
2.10.2. Ham Yağ Analizi.....	42
2.10.3. Ham Kül Analizi.....	42
2.10.4. Nem ve Kuru Madde Analizi.....	43
2.10.5. Yağ Asidi Analizi	43
2.10.6. Amino Asit Analizi	43
2.11. Etik Beyan ve Destekleyen Kuruluş	44
2.12. İstatistiksel Analizler	44
2.13. Bulgular.....	44
2.13.1. Çevresel Parametreler.....	44
2.13.2. Damızlık Balıklar	45

2.13.3. Döllenme, Çıkış, Deformasyon ve Larval Yaşama Oranları	45
2.13.4. Triploid Oranının Belirlenmesi	47
2.13.5. Büyüme Performansı	48
2.13.6. Kan Parametreleri ve Smoltifikasyon.....	51
2.13.7. Besin Kompozisyonu Analizleri.....	66
3. TARTIŞMA VE SONUÇ	87
3.1. Döllenme, Çıkış, Deformasyon ve Larval Yaşama Oranları	87
3.2. Eritrosit ve Çekirdek Ölçümleri ve Triploid Oranının Belirlenmesi.....	88
3.3. Triploidizasyonun Büyüme Performansı Üzerine Etkileri.....	90
3.4. Kan Parametreleri.....	93
3.5. Smoltifikasyon	93
3.6. Besin Kompozisyonu Analizleri	95
3.7. Sonuçlar	99
3.8. Öneriler	101
KAYNAKÇA	103
ETİK KURUL KARARI	123

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Anabilim Dalı : Su Ürünleri Anabilim Dalı

Tez Türü : Doktora Tezi

Danışman : Doç. Dr. Fatma DELİHASAN SONAY

Hazırlayan : Recayi ÇİMAGİL

Yıl : 2025

Sayfa Sayısı : 123

ÖZET

BASINÇ ŞOKU İLE ÜRETİLEN TRİPLOİD KARADENİZ ALABALIĞI (*Salmo labrax*)’NİN TATLISU VE DENİZ SUYUNDA GELİŞİM PERFORMANSLARININ İRDELENMESİ

Bu tezde, basınç şoku yöntemi kullanılarak üretilen triploid Karadeniz alabalığının büyüme performansının, smoltifikasyon sürecinin ve et kalitesinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Boy, ağırlık, yaşama oranı (YO), spesifik büyüme oranı (SBO), kondisyon faktörü (KF), yem dönüşüm oranı (YDO), hematolojik parametreler (WBC, LYM, MID, GRAN, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, PLT, MPV, PDW), stres tepkileri (kortizol ve glukoz değerleri), osmoregülasyon kapasitesi göstergeleri, kan serumundaki Ca, Cl, Na ve K seviyeleri incelenmiştir. Triploid gruplar hem tatlısuda hem de ‰18 tuzluluktaki deniz suyunda daha yüksek boy, ağırlık ve spesifik büyüme oranı göstermiştir ($P<0,05$). 90 günlük büyüme periyodunun ardından, en iyi büyüme performansı ortalama başlangıç boyu $13,60\pm0,06$ cm ve ağırlığı $26,60\pm0,45$ g olan triploid tatlısu grubunda görülmüştür. Bu grubun nihai boyu, ağırlığı ve spesifik büyüme oranı sırasıyla $22,10\pm0,21$ cm, $139,32\pm3,35$ g ve $1,84\pm0,13$ olarak belirlenmiştir. Kan serumundaki Ca, Cl, Na ve K iyonu seviyeleri ile kortizol ve glukoz seviyelerindeki zamansal değişimler triploid balıkların deniz suyuna adaptasyon kabiliyetlerinin diploidlerden farklı olabileceğini göstermiştir. Triploid grupların kortizol değerleri tatlısuda diploid gruplardan daha düşükken, deniz suyunda daha yüksek bulunmuştur. Glukoz değerleri ise tüm çalışma süresi boyunca gruplar arasında dalgalanmalar göstermiştir ($P<0,05$). Ca triploid tatlısu grubunda 17. günde, Cl diploid ve triploid deniz suyu gruplarında 24. günde ve Na triploid deniz suyu grubunda 17. günde en yüksek değerlere ulaşmıştır ($P<0,05$). K değeri çalışma boyunca gruplar arasında istatistiksel bir farklılık göstermemiştir. Çalışmanın 0, 30, 60 ve 90. günlerinde diploid ve triploid gruplarda kimyasal kompozisyon analizleri için örneklemeler yapılmıştır. Grupların besin madde içerikleri, amino asit ve yağ asidi kompozisyonları belirlenmiştir. Gruplarda glutamik asit en yüksek miktarda bulunan amino asit olurken, en düşük miktarda norvalin tespit edilmiştir. $\sum$ SFA ve $\sum$ MUFA değerleri triploid gruplarda daha yüksek belirlenirken, $\sum$ PUFA değerleri değişkenlik göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Basınç şoku, Triploidizasyon, Smoltifikasyon, Kortizol seviyesi, Amino asit profili, Yağ asidi kompozisyonu.

Recep Tayyip Erdogan University Institute of Graduate Studies

Department : Department of Faculty of Fisheries and Aquatic Sciences

Thesis Type : Doctorate Thesis

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Fatma DELİHASAN SONAY

Author : Recayi ÇİMAGİL

Year : 2025

Pages : 123

ABSTRACT

**INVESTIGATION OF DEVELOPMENTAL PERFORMANCES OF
TRIPLOID BLACK SEA TROUT (*Salmo labrax*) PRODUCED BY PRESSURE
SHOCK IN FRESHWATER AND SEAWATER**

The aim of this thesis was to evaluate the growth performance, smoltification process and meat quality of triploid Black Sea trout produced using the pressure shock method. Length, weight, survival rate (SR), specific growth rate (SGR), condition factor (CF), feed conversion rate (FCR), haematological parameters (WBC, LYM, MID, GRAN, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, PLT, MPV, PDW), stress responses (cortisol and glucose values), osmoregulatory capacity indicators, Ca, Cl, Na, and K levels in blood serum were examined. The triploid groups showed higher length, weight and specific growth rate in both freshwater and seawater with a salinity of 18‰ ($P<0.05$). After a 90-day growth period, the best growth performance was seen in triploid freshwater group with the mean initial length of 13.60 ± 0.06 cm and weight of 26.60 ± 0.45 g. The final length, weight and specific growth rate of this group were 22.10 ± 0.21 cm, 139.32 ± 3.35 g and 1.84 ± 0.13 , respectively. Temporal changes in blood Ca, Cl, Na, and K ion levels in blood, cortisol and glucose levels showed that the adaptation ability of triploid fish to seawater might be different from that of diploids. The cortisol values of triploid groups were lower than that of diploid groups in freshwater but higher in seawater, while glucose values showed fluctuations between groups during the whole study period ($P<0.05$). Ca reached the highest values in triploid freshwater group on day 17, Cl in diploid and triploid seawater groups on day 24 and Na in triploid seawater group on day 17 ($P<0.05$). K value showed no statistical difference between the groups throughout the study. Samples were taken for chemical composition analyses in diploid and triploid groups at 0, 30, 60 and 90 days of the study. Nutrient contents, amino acid and fatty acid compositions of the groups were determined. Glutamic acid was the most abundant amino acid in the groups, while norvaline was the least abundant amino acid. While $\sum$ SFA and $\sum$ MUFA values were determined higher in triploid groups, $\sum$ PUFA values varied.

Keywords: Pressure shock, Triploidization, Smoltification, Cortisol level, Amino acid profile, Fatty acid composition.

KISALTMALAR

AA	: Amino Asit
Ca	: Kalsiyum
Cl	: Klorür
DD	: Diploid Deniz Suyu Grubu
DT	: Diploid Tatlısu Grubu
EAA	: Esansiyel Amino Asitler
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
Fe	: Demir
GRAN	: Granülosit
HADMEK	: Hayvan Deneyleri Merkezi Etik Kurulu
HGB	: Hemogloblin
HCT	: Hematokrit
ICES	: Denizlerin Keşfi İçin Uluslararası Meclis (International Council for the Exploration of the Sea)
ISE	: İyon Seçici Elektrolit
K	: Potasyum
KF	: Kondisyon Faktörü
LYM	: Lenfosit
MID	: Monosit
MCV	: Ortalama Eritrosit Hacmi
MCH	: Ortalama Eritrosit Hemoglobini
MCHC	: Ortalama Eritrosit Hemoglobin Konsantrasyon
MUFA	: Tekli Doymamış Yağ Asitleri
MPV	: Ortalama Trombosit Hacmi
Na	: Sodyum
NASCO	: Kuzey Atlantik Salmon Koruma Organizasyonu (North Atlantic Salmon Conservation Organization)
PLT	: Trombosit
PDW	: Trombosit Dağılım Genişliği
PUFA	: Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

RAS	: Kapalıdevre Su Ürünleri Yetiştiricilik Sistemi (Recirculating Aquaculture System)
RBC	: Eritrosit, Kırmızı Kan Hücresi
SBO	: Spesifik Büyüme Oranı
SFA	: Doymuş Yağ Asitleri
SUMAE	: Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü
TAGEM	: Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
TD	: Triploid Deniz Suyu Grubu
TT	: Triploid Tatlısu Grubu
WBC	: Lökosit, Beyaz Kan Hücresi
YDO	: Yem Dönüşüm Oranı
YO	: Yaşama Oranı

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1. Amino asitlerin yan gruplarına ve pH'larına göre sınıflandırılması	16
Tablo 2. Amino asitlerin beslenme bakımından sınıflandırılması.....	16
Tablo 3. Yağ asitlerin sınıflandırılması.....	19
Tablo 4. Kullanılan yemlerin besin maddesi bileşenleri (%).	34
Tablo 5. Kan preparatlarının hazırlanmasında kullanılan balıklara ait veriler	37
Tablo 6. Sağımı yapılan damızlıkların ölçümleri	45
Tablo 7. Grupların Döllenme, Çıkış, Deformasyon ve Larval Yaşama Oranları	46
Tablo 8. Triploid ve diploid bireylerde eritrosit ve çekirdek ölçümleri	47
Tablo 9. Grupların triploid oranları	48
Tablo 10. Tatlısu ve deniz suyundaki diploid ve triploid grupların büyüme performansı verileri.....	51
Tablo 11. Diploid ve triploid grupların tatlısu ve deniz suyundaki WBC, LYM, MID, GRAN, RBC, HGB, HCT değerleri	59
Tablo 12. Diploid ve triploid grupların tatlısu ve deniz suyundaki MCV, MCH, MCHC, PLT, MPV, PDW değerleri.....	60
Tablo 13. Diploid ve triploid grupların tatlısu ve deniz suyundaki kortizol, glikoz, kalsiyum, klor, sodyum ve potasyum değerleri	65
Tablo 14. Diploid ve triploid grupların nem, kuru madde, protein, yağ ve kül analiz bulguları (%).....	68
Tablo 15. Diploid ve triploid grupların amino asit değerleri (g/100g protein)	76
Tablo 16. Diploid ve triploid grupların yağ asidi değerleri (%).....	84

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Karadeniz alabalığı (<i>Salmo labrax</i>).....	5
Şekil 2. Triploid üretimi.....	7
Şekil 3. Amino asitlerin temel yapısı.....	15
Şekil 4. İnkübasyon dolapları ve larva tankları	32
Şekil 5. Deniz ve tatlısu diploid ve triploid smoltifikasyon takibi üniteleri.....	32
Şekil 6. Yüksek basınç makinesi	33
Şekil 7. Sağım çalışmaları	35
Şekil 8. Basınç uygulamalarına ilişkin deneme düzeni	35
Şekil 9. Eritrosit boyamalarının yapılması	37
Şekil 10. Büyüme performansının belirlenmesi deneme düzeni	38
Şekil 11. Boy ve ağırlık ölçümleri.....	39
Şekil 12. Otomatik kan sayım cihazı.....	40
Şekil 13. Hematolojik ve biyokimyasal analizler için kan alımı.....	41
Şekil 14. Diploid ve triploid kan hücrelerinin görüntüsü	47
Şekil 15. Diploid ve triploid gruplarda boyca büyüme	48
Şekil 16. Diploid ve triploid gruplarda ağırlıkça büyüme	49
Şekil 17. Diploid ve triploid gruplarda ağırlıkça spesifik büyüme.....	50
Şekil 18. Diploid ve triploid gruplarda kondisyon faktörü değişimi.....	50
Şekil 19. Beyaz kan hücresi (WBC) değerleri.....	52
Şekil 20. Lenfosit (LYM) değerleri	52
Şekil 21. Monosit (MID) değerleri	53
Şekil 22. Granülosit (GRAN) değerleri.....	53
Şekil 23. Kırmızı kan hücresi (RBC) değerleri	54
Şekil 24. Hemogloblin (HGB) değerleri.....	54
Şekil 25. Hematokrit (HCT) değerleri.....	55
Şekil 26. Ortalama hücre hacmi (MCV) değerleri	55
Şekil 27. Ortalama hücre hemoglobini (MCH) değerleri	56
Şekil 28. Ortalama hücre hemogloblin konsantrasyonu (MCHC) değerleri	56
Şekil 29. Trombosit (PLT) değerleri	57
Şekil 30. Ortalama trombosit hacmi (MPV) değerleri	57

Şekil 31. Trombosit dağılım genişliği (PDW) değerleri.....	58
Şekil 32. Kortizol seviyeleri	61
Şekil 33. Serum glikoz seviyeleri	62
Şekil 34. Serum kalsiyum (Ca) seviyeleri	62
Şekil 35. Serum klor (Cl) seviyeleri	63
Şekil 36. Serum sodyum (Na) seviyeleri	64
Şekil 37. Serum potasyum (K) seviyeleri.....	64
Şekil 38. Esansiyel amino asitler	74
Şekil 39. Esansiyel olmayan amino asitler	75
Şekil 40. Doymuş yağ asit (SFA) grafikleri.....	80
Şekil 41. Tekli doymamış yağ asit (MUFA) grafikleri	81
Şekil 42. Çoklu doymamış yağ asit (PUFA) grafikleri.....	82
Şekil 43. $\sum n3$ ve $\sum n6$ grafikleri.....	83

GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği, yıllık %3,1'lik büyüme oranına sahip karasal hayvan üretimi ve yıllık %1,6'lık büyüme oranıyla balıkçılık ile karşılaştırıldığında %10'a yaklaşan büyüme hızıyla en hızlı büyüyen sektör durumundadır. 2023 yılı verilerine göre toplam su ürünleri ticareti 401 milyar dolara ulaşmıştır. 2020 yılı Dünya su ürünleri üretiminde, avcılık yoluyla üretim daha fazla iken, 2023 yılında 185,4 milyon ton olan üretimin 93,1 milyon tonu yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. Artan bu üretimin 2030 yılında 202 milyon tona ulaşması beklenmektedir (FAO, 2023). Üç tarafı denizlerle çevrili bir yarımada konumunda olan Türkiye'nin su ürünleri üretimi ise 2023 yılında bir önceki yıla oranla % 18 artarak 1 milyon tonu geçmiş ve üretimin 454.059 tonu avcılık 553.862 tonu ise yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. 2023 yılında açıklanan su ürünleri ihracatı 2 milyar doları aşarken, 2028 yılında yetiştiricilik üretiminin 700 bin tona ulaşacağı tahmin edilmektedir (TÜİK, 2023).

Su ürünleri yetiştiriciliğindeki bu hızlı gelişim, su ürünlerine olan talebin her geçen gün artmasına ve doğal kaynakların sınırlı olması sebebiyle balıkçılık üretimi üzerinde oluşan baskıyla açıklanabilir. Bu yüzden su ürünleri sektörünün, ihtiyaç duyulan hayvansal proteinin karşılanmasında üretim sistemleri içerisinde en büyük potansiyele sahip olduğu ön görülmektedir. Bu potansiyel, yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretim miktarının avcılık yoluyla elde edilen üretim miktarından fazla olacağını düşündürmektedir (Lymbery, 2000; FAO, 2020). Diğer sektörlerde olduğu gibi su ürünlerinde de üretilen tüm mamüller tüketici talebini karşılamaya yöneliktir. Burada temel amaç tüketici talebi karşılanırken ticari kar elde edilmesidir. Elde edilecek karın miktarı; olabilecek en kısa sürede kaliteli ve sağlıklı ürün elde edilebilmesiyle doğru orantılıdır. Bu amaçla, yetiştiriciliği yapılan türler üzerinde üreme ve genetik manipülasyonlar, aşılar, sindirim (enzimler, probiyotikler, vb.) ve büyümeyi destekleyici (hormonlar) vb. biyoteknolojik uygulamalar geliştirilmiştir. Bu biyoteknolojik uygulamalar üstün ırklar, balık sağlığı yönetimi, popülasyon genetiği ve biyoçeşitliliği, moleküler belirteçlerin kullanımı vb. konularda su ürünleri üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Sonay vd., 2024).

Biyoteknoloji su ürünleri yetiştiriciliğinde daha fazla ürün elde etmeye katkı sağlamasının yanı sıra; organizmaların büyüme hızını artırır, üreme yaşında amaca

yönelik manipölasyon imkanı sağlar, yumurta verimini ve hayatta kalma oranını artırır, canlının hastalıklara direnci, yemin ete dönüşüm oranı ve üretimi yapılan etin kalitesi yükseltilebilir (Şahin, 2003; Özdemir vd., 2007). Su ürünleri yetiştiriciliğinde; cinsiyet kontrolü (dişileştirme, erkekleştirme, kısırlaştırma), kromozom set manipölasyonları (triploid, tetraploid, ginogenez, androgenez), hibridizasyon, gamet muhafaza (kriyoprezervasyon), gen transfer teknolojisi gibi biyoteknolojik yöntemler kullanılmaktadır (Parlak, 2011; Gürağaç, 2012, Sonay vd., 2024). Birçok balık türünde dış dölleme olduğundan, yumurta, sperm veya döllelenmiş yumurtaya müdahale edilerek, kromozom manipölasyonu ile kromozom sayısını kısmen değiştirmek mümkündür.

Yetiştiriciliği yapılan balık türlerinde verimliliği artırmak ve sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla uygulanan biyoteknolojik uygulamalardan en yaygın olarak kullanılan triploid balık üretimidir (Çakmak vd., 2022; Song vd., 2023). Triploid balıklar, kısır olmaları, metabolik enerjinin gamet üretimi yerine somatik büyümeye harcanması, daha fazla biyokütle ve daha iyi et kalitesine sahip olmaları nedeniyle tercih edilmektedir. Yetiştiriciliği yapılan triploid balıklar doğaya kaçmaları durumunda üreme kabiliyetleri olmaması nedeniyle doğaya bu yönde bir baskı oluşturmazlar. Ayrıca, triploid bireylerin predatör olarak kullanımı ve amatör balıkçılığın desteklenmesi gibi amaçlara yönelik yapılan balıklandırma uygulamalarında kullanılabilmesi nedeniyle NASCO, FAO, ICES gibi uluslararası organizasyonlar tarafından önerilmektedir (Yılmaz vd., 2017; Sonay vd., 2021).

Avantaj ve dezavantajları olmasına rağmen triploidizasyon, alabalık yetiştiriciliğinde verimliliği artırmak ve üretim sürekliliğini sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılan bir tekniktir (Poontawee vd., 2007; Aydın, 2021; Crouse vd., 2021; Crouse vd., 2023; Sonay vd., 2024). Triploidi, yeni döllelenmiş yumurtalara fizyolojik şok (sıcaklık (soğuk veya sıcak), hidrostatik basınç ve kimyasal şok) uygulanarak gerçekleştirilmektedir. Kullanılan bu yöntemlerden en ucuzu ve kolay olanı sıcaklık şoku, en verimli ve başarılı olanı basınç şokudur. İkinci mayoz bölünme bloke edilerek, ikinci kutup hücresinin döllelenmeden sonra tutulmasıyla triploidi sağlanabilmektedir (Felip vd., 1997; Başçınar ve Sonay, 2009; Piferrer vd., 2009; Akhan vd., 2011a; Preston vd., 2013; Madaro vd., 2022).

Tatlısu ve deniz suyunda triploid ve diploid balıkların büyüme performanslarına ilişkin bilgiler çelişkilidir. Örneğin; triploidlerin diploidlerden daha düşük büyüme performansı gösterdiği, (Galbreath vd., 1994; Chiasson vd., 2009; Karami vd., 2009; Sacobie vd., 2015); triploidlerin diploidlerle eşit büyüme performansı gösterdiği, (Hussain vd., 1995; McGearhy vd., 1996; Wagner vd., 2006) ve triploidlerin diploidlerden daha iyi büyüme performansı gösterdiği, (Thorgaard ve Gall, 1979; Wolters, vd., 1982; Schafhauser-Smith ve Benfey, 2001b; Taylor vd., 2011; Sonay vd., 2024) çalışmalarda rapor edilmiştir. Genel olarak çalışmalarda, triploidlerin üreme hücrelerinin oluşumunun başlangıcına kadar diploidlerle benzer veya daha düşük büyüme gösterdiği ancak gonadal gelişimin başlangıcından sonra diploidlerde somatik büyümenin azaldığı, triploidlerde ise büyüme performansının arttığı ortaya konulmuştur (Preston, 2014).

Bu tez çalışmasının amacı; basınç şoku yöntemiyle triploid Karadeniz alabalığı üretmek ve triploidizasyonun Karadeniz alabalıklarında deniz ve tatlısu ortamlarındaki büyüme performansı, smoltifikasyon süreci ve et kalitesi üzerine etkilerini belirlemektir. Elde edilen veriler ile triploidizasyonun Karadeniz alabalığı yetiştiriciliğindeki avantaj ve dezavantajları ortaya koyulmuştur. Bu doğrultuda, yüksek basınç yöntemiyle ploidi üretimi yapılmış ve basınç şoku ile üretilen triploid Karadeniz alabalığı yavrularının diploidlere kıyasla tatlısu ve deniz suyunda büyüme performansları, et kaliteleri ve smoltifikasyon süreçleri takip edilmiştir. Yapılan triploidizasyon uygulamasının Karadeniz alabalığında smoltifikasyon üzerine etkileri araştırılmıştır. Smoltifikasyon sürecinin takibine yönelik olarak hematolojik ve biyokimyasal kan parametreleri takip edilmiştir. Çalışma süresince her iki su ortamında büyütülen diploid ve triploid bireylerin et kalitesinde oluşan değişimlerin takibine yönelik olarak tüm gruplarda kas dokuda biyokimyasal analizler (kül, kuru madde, su, yağ, protein, amino asitler, yağ asitleri) yapılmıştır.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Karadeniz Alabalığı (*Salmo labrax*)'nın Genel Özellikleri

1.1.1. Türün Biyolojisi

Karadeniz alabalığı, *Salmonidae* familyasının *Salmo* cinsi içerisinde yer almaktadır ve aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır (Çakmak vd., 2019b).

Alem: Animalia

Şube: Chordata

Sınıf: Actinopterygii

Takım: Salmoniformes

Aile: Salmonidae

Cins: *Salmo*

Tür: *Salmo labrax* (Pallas, 1814)

Salmo labrax olarak isimlendirilen Karadeniz alabalığı aynı zamanda deniz alabalığı veya denizalası, kırmızı benekli alabalık ve Karadeniz salmonu olarakta adlandırılmaktadır. Karadeniz'in doğusunda yayılım gösteren ve ülkemizin Kapistre, Çağlayan, Fırtına, Baltacı, İyidere ve Solaklı gibi akarsularında doğal olarak bulunmaktadır. Anadrom bir tür olması nedeniyle üremek için tatlısuya, beslenmek amacıyla da denize göç etmektedir (Solomon, 2000; Çakmak vd., 2008; Çakmak vd., 2018).

Vücut yapıları diğer alabalık türleriyle benzerlik göstermektedir. Yanlardan basık ve mekik şeklindedir (Şekil 1). Karadeniz alabalığının dere, göl ve deniz olmak üzere üç ekotipi mevcuttur. Tüm yaşam döngüsünü dere veya göllerde geçiren bireyler dere ve göl ekotipi olarak adlandırılır. Deniz ekotipi ise yumurtadan çıkıştan itibaren denize göç edecek boyuta (smolt boy) ulaşmaya kadar tatlısu kaynağında yaşamına devam eder. Smolt boya (11,5 cm) ulaştığında, yaşamını sürdürdüğü akarsuyun denizle bulunduğu mansap bölgelerine gelir ve burada deniz suyu tuzluluğuna adaptasyon sürecini tamamlayarak denize geçiş yapmak suretiyle ilk göçünü tamamlar. Denizel ortamdaki gelişimini cinsi olgunluk dönemine kadar sürdürür ve üreme olgunluğuna

ulaştığında yumurtadan çıktığı akarsu kaynağına geri dönerek ikinci göçünü gerçekleştirmiş olur (Tabak vd., 2001; Kurtoğlu, 2002; Çakmak vd., 2008).

Karadeniz alabalığının deniz ekotipi bireyleri ile dere ekotipi bireyleri arasında renklenme açısından farklılıklar görülmesine bu göçler sebep olmaktadır. Dere ekotipi bireylerin vücutlarının yan taraflarında siyah ve kırmızı benekler yer alırken, deniz ekotipi bireyleri gümüşü beyaz renge sahiptirler (Slastenenko, 1956; Svetovidov, 1984).



Şekil 1. Karadeniz alabalığı (*Salmo labrax*)

Denize göç eden balıkların tekrar yumurta çıkışının gerçekleştiği dereye dönüş hafızasının smoltifikasyonla bağlantılı olduğu tahmin edilmektedir. Bu balıkların denize göç esnasında böbrek üstü bezlerden salgıladıkları “feromon” isimli hormonu tatlısuya dönerken ayırt edebilme yeteneklerinin bu göçe yardımcı olduğu düşünülmektedir (Lelek, 1980). Karadeniz alabalığı deniz ekotipinin; yaklaşık 1 m uzunluğa ve 26 kg ağırlığa ulaşabildiği rapor edilmiştir (Slastenenko, 1956).

1.1.2. Yetiştiriciliği, Beslenme ve Üreme Özellikleri

Genel olarak 13-18 °C su sıcaklığını tercih eden Karadeniz alabalıkları için 26-27 °C ölümcül değerler olarak kabul edilmektedir. Yetiştiricilikte çözülmüş oksijen seviyesi en az 6 mg/L olmalıdır. Erkek balıklar 2⁺ yaşında, dişiler ise 3⁺ yaşında damızlık olarak kullanılabilir. Sürdürülebilir bir yavru üretimi için 4-6 yaş aralığındaki dişi bireyler kullanılmaktadır. Yetiştiricilikte genel olarak kuru sağım yöntemi kullanılmaktadır. İnkübasyon ve yavru çıkış dönemlerinde su sıcaklığının 7-10 °C olması istenmektedir. Larvaların yarısından fazlası serbest yüzmeye başladığında yemlemeye başlanılır ve ön besleme yapılacak larva tanklarında su yüksekliği 15 cm seviyesinde tutulmaktadır. Larvalar zemin yüzeyi kullandıklarından taban alan üzerinden (7.000-10.000 adet/m²) stoklama yapılmaktadır. Yavru büyüme aşamasında ise ilave oksijenlendirme sistemleri olmadan 10-15 kg/m³ aralığında

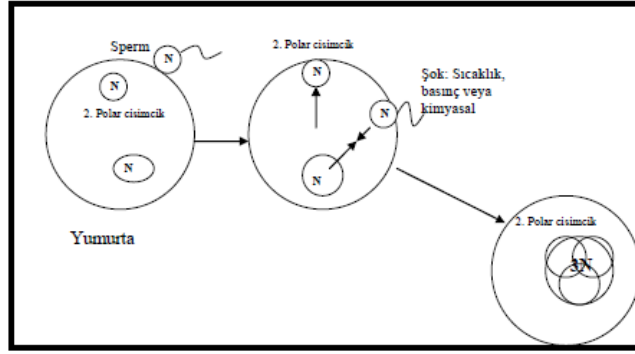
stoklama yapılmaktadır. Karadeniz alabalığı yetiştiriciliğinde yemin ete dönüşüm oranı (YDO); balık boyuna, su özelliklerine ve kullanılan yemin kalitesine bağlı olarak 0,9-1,9 arasında değişebilmektedir. Yaklaşık olarak % 69 karkas, % 60 et randımanı elde edilebilmektedir (Tabak vd., 2001; Çakmak vd., 2008).

1.2. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Triploidizasyon

Dünyada su ürünleri yetiştiriciliğinde söz sahibi ülkelerde, kültürü yapılan alabalık türlerinin yanı sıra yetiştiriciliği yapılan birçok balık türünde hormonal uygulamalar sayesinde cinsiyet kontrolü, triploidi ve tetraploidi gibi poliploidizasyon uygulamaları, androenez ve ginenez gibi kromozom takımlarına müdahale çalışmaları ve gen transferi uygulamaları yapılmaktadır. Bu uygulamalar sayesinde üretimi yapılan balık türünün çevresel koşullara daha uyumlu, hızlı büyüyen, yem dönüşüm oranı düşük, hastalıklara dayanıklı ve yüksek et verimine sahip bireyleri üretilmektedir (Özden vd., 2003; Başçınar ve Sonay, 2009).

Alabalık yetiştiriciliğinde farklı amaçlar için oluşturulan tamamen dişi veya erkek stoklar, olgunlaşma sürecinden önce pazara sunulamadıkları durumlarda, bu stoklarda olgunlaşmaya bağlı kayıplar yaşanmaktadır. Bu kayıpları engellemenin etkili yolu ise kısırlaştırmadır. Kimyasal, hormonal, triploidizasyon ve radyasyon yöntemleri arasında, en etkili kısırlaştırma yöntemi triploidizasyon olarak kabul edilmektedir (Jungalwalla, 1991, Sheperd ve Bromage, 1990).

Triploidizasyon yöntemiyle kısır alabalık üretiminde ilk olarak kuru sağım yöntemiyle alınan yumurta ve spermle dölleme işlemi gerçekleştirilir. Döllenmeyi takiben belli bir süre sonra döllenmiş yumurtalara çevresel şoklardan biri uygulanarak ikinci kutup hücresinin çıkışı engellenir ve ikisi yumurtadan biri spermle olmak üzere 3N kromozomlu triploid bireyler elde edilir (Şekil 2). Bu şekilde kısırlık sağlanarak steril balık üretilmektedir. Kısırlaştırmanın temel amacı, metabolik enerjinin gamet gelişimi yerine büyüme sürecine yönlendirilmesini sağlamaktır. Bu sayede, balıklarda üreme faaliyetinin büyüme, hayatta kalma ve et kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerinin önüne geçilebilmektedir (Johnstone, 1992; Yeşilayer vd., 2008).



Şekil 2. Triploid üretimi

Kaynak: Lutz, 2001

1.2.1. Triploidizasyon Yöntemleri

Triploid bireyler, uygulanabilir çevresel şoklardan ısı şoku (sıcaklık veya soğukluk) ve hidrostatik basınç uygulamasının yanı sıra kolşisin, sitokalsin B, N_2O gibi kimyasallar kullanılarak elde edilebilirken, ayrıca tetraploid ve diploid bireylerin çaprazlanmasıyla da üretilebilmektedir (Malison vd., 1993).

Çevresel şok uygulamasında üç önemli nokta söz konusudur. İlk olarak uygulanacak şokun zamanıdır. Döllenmeyi takip eden süreçte şokun uygulama zamanı ikinci kutup hücresinin çıkış zamanıyla örtüşmesi gerekir. Bu zaman yetiştiriciliği yapılan alabalık türünün yumurta embriyonik gelişimine göre değişmektedir. İkinci olarak uygulanacak çevresel şokun süresi yani ne kadar uygulanacağıdır. Son olarak ise uygulanacak şokun miktarıdır. Bu yönde yapılan çalışmalarda amaç; en az kayıpla en yüksek triploid oranı elde edilen değerlerin belirlenebilmesi olmuştur (Özden vd., 2003; Başçınar ve Sonay, 2009).

1.2.2. Triploid Oranının Belirlenmesi

Triploid oranının belirlenmesinde protein elektroforezi, çekirdekçik sayımı, hücre büyüklüğü ve çekirdek büyüklüğünün ölçümü dolaylı yöntemler arasında yer alırken, kromozom sayımı ve DNA içeriğinin belirlenmesi doğrudan yöntemler olarak tanımlanmaktadır. DNA içeriği en yaygın olarak flowsitometri cihazı ile belirlenmektedir. Ancak hem flowsitometri cihazının hem de cihazda kullanılan sarf ve kimyasal malzemelerin maliyeti nedeniyle bu yöntem pahalı bir yöntemdir. İş gücü oranı yüksek olmasına rağmen kan hücre ve çekirdek büyüklüklerinin ölçümü yapılarak triploid oranının belirlenmesi yöntemi en ucuz ve yaygın olarak kullanılan yöntemdir (Purdom, 1993; Tiwary vd., 2004).

1.2.3. Triploidizasyonun Etkileri

1.2.3.1. Büyüme Performansına Etkileri

Kültürü yapılan alabalıklarda triploidizasyon uygulamaları triploid balıkların diploidlere kıyasla daha üstün yaşama oranına, büyüme oranına ve yem dönüşüm oranına sahip olmaları sebebiyle yapılmaktadır. Çünkü büyüme kas doku ile ilişkilidir ve triploidi bunu etkilemektedir. Gonad gelişimi olmayacağı için üreme faaliyetlerine yönelik harcanacak enerji büyüme için harcanır. Ayrıca üreme dönemindeki hassasiyete bağlı olarak üreme döneminde ve sonrasında diploid balıklarda yaşanması muhtemel mortalite ve düşük et kalitesi triploid bireylerde çok az görülmektedir. Ancak triploidizasyonun tüm bu avantajları cinsi olgunlaşmanın başlangıcına kadar kendini göstermemektedir (Thorgaard, 1986; Kerby ve Harell, 1990).

Triploid balıkların hızlı büyümesi ve su ürünleri üreticileri tarafından ilgi çekmesi dünyada triploid balık üretimini artırmıştır. Triploidinin etkileri farklı türlere özgü değişebilmektedir. Büyümedeki bu farklılık, triploidlerin diploidlerden daha fazla gene, daha büyük çekirdeklere, hücre yapısına ve işlevine ve farklı gonadal gelişim aşamalarına sahip olmalarıyla açıklanabilir (Preston, 2014; Sonay vd., 2024).

1.2.3.2. Morfoloji ve Üreme Üzerine Etkileri

Yapılan birçok çalışma triploidinin balıklarda morfolojik farklılıklar oluşturabildiğini göstermektedir. Triploidizasyon uygulanmış Asya kedi balığında (*Hemibagrus nemurus*) vücut uzunluğunun derinliğine oranında azalma, Atlantik salmonunda (*Salmo salar*) alt çene deformitesi ve iskelette anormallik, erkek kanal kedi balıklarında (*Ictalurus punctatus*) kafa yapısında küçülme tespit edilmiştir (Tiwary vd., 2004; Peruzzi vd., 2010). Triploid alabalıklar ise parlak gümüşü renklerini koruduklarından tüketici açısından daha yüksek kalite olarak kabul görürler. Ayrıca, triploidizasyon yoluyla elde edilen alabalıklar, ergin boya ulaştıklarında görünüş bakımından diploid balıklarla benzerdir ve yetiştiricilik şartları altındaki fonksiyonları normaldir. Triploidizasyon dişi bireylerde etkili olurken, yapılan araştırmalar göstermiştir ki, erkek triploid balıklar olgunlaşabilmekte ve gamet dahi üretebilmektedir. Ancak, bu spermiler anöplit kromozom setleri taşıdıkları için, fertilizasyon yeteneği bulunmamaktadır ve dolayısıyla canlı yavru oluşturamazlar. Bu

durum erkek triploid balıklarda bu yönde harcadıkları enerjiden kaynaklı dişi triploid balıklara nazaran büyüme oranı ve yem dönüşüm oranlarında ciddi kayıplara neden olmaktadır (McAndrew vd., 1993; Teskeredzic vd., 1993; Özden, 2003).

Bu kayıplara engel olabilmek için kısır alabalık üretiminde triploidizasyonun yanı sıra steril yumurtalara veya larvalara dişileştirme tekniğinin uygulanması gerekir. Ayrıca fonksiyonel erkek damızlık stoklar oluşturularak bu bireylerden elde edilecek XX kromozomlu spermiler ile diploid dişilerin yumurtaları döllenerek %100 dişi yumurtalar elde edilebilir. Bu yumurtalara triploidizasyon uygulanarak dişi triploid alabalıklar üretilebilir ve bu tür kayıplar engellenebilmektedir.

1.2.3.3. Balık Davranışları Üzerine ve Hastalıklara Etkileri

Hormonların salgılanması, koordinasyonu, yürütülmesi ve buna bağlı olarak davranışların kontrolü tüm canlılarda olduğu gibi balıklarda da merkezi sinir sistemi tarafından düzenlenmektedir. Triploid balıklarda, merkezi sinir sistemi üzerinde etkin olan hormonların seviyelerindeki azalmaya bağlı olarak çevresel uyarıcılara karşı duyarlılıklarında diploidlerden farklılık arz ettikleri bildirilmektedir. Atlantik salmonu, gökkuşağı alabalıkları, kavgacı siyam balığı (*Betta splendens*), ve Karadeniz alabalığı gibi saldırgan davranış sergileyen ve kanibalistik özellik gösteren balık türlerinin triploid bireylerinde bu davranışların azaldığı, daha sakin ve uysal davranış sergiledikleri kaydedilmiştir (Tiwary vd., 2004; Sonay, 2013; Preston, 2014).

Triploidi uygulaması yapılmış balıklar, birçok hastalık etmenine karşı dayanıklılık açısından diploidlerden farklılık göstermemektedir. Fakat triploid gökkuşağı alabalıklarının *Flavobacterium branchiophilum* enfeksiyonuna karşı diploid gökkuşağı alabalıklarından daha hassas olduğu ayrıca kanserli hücre gelişiminin triploid alabalıklarda daha az görüldüğü bildirilmiştir (Tiwary vd., 2004; Weber vd., 2013).

1.3. Salmonidlerde Smoltifikasyon

Salmonidlerin yaşam döngülerinin önemli bir kısmını tatlısu ile tuzlu su arasında yaptıkları göçler oluşturmaktadır. Bu göçler üreme, beslenme, hayatta kalma gibi nedenlerle gerçekleştirilen zor, yorucu ve uzun mesafeli yolculuklardır. Üreme amacıyla göç eden balıklar anadrom ve katadrom olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Anadrom türler üremek için tatlısuya göç ederken katadrom türler tuzlu suya göç ederler. Anadrom özellik gösteren salmonidlerin ergin bireyleri yumurtlamak için tatlısuya girerken, genç bireyler büyüüp olgunlaşmak için tuzlu suya geçiş yaparlar ve yumurta bırakmak için tekrar tatlısuya dönerler. Göç yollarında karşılaştıkları doğal ve yapay engellerle mücadele ederken yüksek miktarda enerji harcadıklarından yolculukları süresince yırtıcılara karşı daha savunmasız hale gelirler. Yaşadıkları tüm olumsuzluklar neticesinde bir çoğunun yolculuğu sona ermekte ve önemli miktarda kayıplar yaşanmaktadır (Gross vd., 1988; Fleming ve Reynolds, 2004; Quinn vd., 2011; Quinn vd., 2016).

Denize göç öncesinde tatlısu ortamındaki ışık ve sıcaklık gibi su parametrelerindeki değişiklikler balıkların endokrin sistemlerinde değişikliklere yol açar ve endokrin dokularda oluşan bu değişiklikler balıkları göçe hazırlar. Bu şekilde yavru balıkların denize göç etmeden önce vücutlarında oluşan bazı fizyolojik değişimler sayesinde deniz ortamına adapte olabilme kabiliyetleri ve osmoregülasyon becerileri artmaktadır. Bu yönde değişimlerini tamamlayan ancak henüz denize ulaşmamış balıklar “smolt” olarak adlandırılırken bu sürece “smoltlaşma” denilmektedir. Salmonidlerde 10-15 cm arası smolt boy olarak kabul edilirken Karadeniz alabalığında 11,5 cm üzeri bireylerin smoltlaşabildikleri raporlanmıştır (Çakır ve Mater, 1993; Kurtoğlu, 2002; Björnsson vd., 2011; Kendall vd., 2015).

Smoltifikasyon denize göç eden tüm salmonid türlerinde göç öncesindeki fizyolojik ön adaptasyondur. Bu adaptasyon sürecinde koyu renkli ve daha tıknaz yapıdaki balıklar fusiform bir yapıya sahip olur ve deri altındaki guanin kristalleri aktifleşerek gümüşü beyaz renge dönüşen balıklar morfolojik değişim gösterirken, belirli bir bölgeden ayrılmadan dipte yaşayan agresif davranışlardan, pelajik tavırlar sergileyen sürü oluşturmak suretiyle göç eder özellik gösteren smolt karaktere ulaşırlar (Winans ve Nishioka, 1987; Riley vd., 2014).

Smoltifikasyon sürecinde balığın dış görünüşü ve davranışlarındaki değişimlerin yanı sıra vücuttaki tuz dengesini sağlayan mekanizmada görev alan klorid hücrelerindeki suksinat dehidrogenaz aktivitesi de artmaktadır. Solungaçlarda oluşan klorid hücreler aracılığıyla iyonların transferi ve osmoregülasyon gerçekleştirilir. Osmoregülasyon solungaç lamellerinde yoğunlaşan lamel klor hücreleri ve solungaç filamentlerinde yoğunlaşan filament klor hücreleri aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.

Lamel klor hücreleri tatlısuda yavru döneminde öne çıkarken, filament klor hücreleri ise smoltifikasyon aşamasında ve deniz suyuna uyum sürecinde artış göstermektedir. Salmonidlerde deniz suyuna adaptasyon için ihtiyaç duyulan tüm bu değişimler endokrin sistem tarafından yönetilmektedir. Endokrin sistemin en önemli organeli ise hipofiz bezidir. Tüm endokrin organların fonksiyonlarını hormonlar aracılığıyla kontrol eden hipofiz bezi alınmış balıklarda smoltifikasyonun gerçekleşmediği bildirilmiştir (Nishioka vd., 1982; Chernistkii, 1988; Nilsen vd., 2007; McCormick vd., 2009).

Tatlısudan tuzlu suya geçiş kademeli olarak sağlanırsa smoltifikasyon başarısı artırılabilir. Doğal ortamda da balıklar bu kademeli geçişi akarsuların denizle buluştuğu mansap bölgelerinde gerçekleştirirler. Deniz suyuna geçişten sonraki zaman içerisinde dış ortamdan vücuda giriş yapan aşırı tuzdan dolayı kan serumundaki Na, K, Ca ve Cl iyonlarının konsantrasyonlarında yaşanan değişimler ve vücut dokularındaki elektrolitik yapı deniz suyuna adaptasyonla birlikte stabilize olmaktadır. Bu durum balıkların smolt sonrası evresine girdiğini ve smoltifikasyonunu tamamlamış olduğunu göstermektedir (Hoar, 1988; Dickhoff, 1993).

1.4. Balıklarda Genel Kan İçeriği

Balıklarında içerisinde bulunduğu çok hücreli canlılarda, besinlerin ve oksijenin hücrelere taşınmasını sağlayan ve hücrelerde oluşan atıkları uzaklaştırarak hücreler arası madde alışverişini gerçekleştiren kandır. Kan sıvı bir yapıya sahip olmasına rağmen içerisinde katı parçacıklarda taşıyan bir dokudur. Tüm canlı sisteminde dolaşım ile hareket edebiliyor olması onu diğer dokulardan farklı kılan en önemli özelliğidir. Eritrosit, lökosit ve trombositler kanın katı parçacıklarını oluşturmaktadır. Lökositler; granulosit ve agranülosit olarak ikiye ayrılmaktadır. Granulositler bazofil, eozinofil ve nötrofil olmak üzere üçe ayrılırken, agranülositler monosit ve lenfositler olarak ikiye ayrılırlar. Kanın sıvı kısmı ise serum ve fibrinojenden oluşmaktadır (Lagler vd., 1962; Karataş, 2010).

Balıkların genel sağlık durumlarının göstergesi olan kan parametreleri, balıkların beslenme ve sağlık durumuyla ilişkili fizyolojik ve metabolik farklılıkları yansıtabilir (Tan vd., 2018; Köse, 2024). Kan parametrelerindeki dalgalanmalar enfeksiyonların, balık refahının, beslenme bozukluklarının ve çevresel stres

faktörlerinin değerlendirilmesinde önemli göstergeler olarak hizmet eder (Sandnes vd., 1988; Ivanc vd., 2005). Çevresel koşullardaki değişimlere karşı balıkların göstermiş olduğu fizyolojik tepkileri takip etmek amacıyla, enfeksiyonlar ve hastalıklar gibi strese sebebiyet veren durumlarda stres tepkilerinin izlenmesinde, sağlıklı balıkların belirlenmesinde ve toksikolojik araştırmalarda kullanılmaktadır (Blaxhall, 1972 ; Van Vuren vd., 1994; Atamanalp ve Yanık, 2003; Adhikari vd., 2004).

1.4.1. Katı Kısım Parçacıkları

1.4.1.1. Eritrositler (Kırmızı Kan Hücreleri, RBC)

Yapıları yassı, oval, çekirdekli ve ortası nadiren çukur olabilen kırmızı renkli hücrelerdir. Rengini protein yapısında da yer alan globülinden ve yoğun demir içeriğine sahip hemoglobinden almaktadır. Hema adı verilen ve kana kırmızı rengi veren pigmentlerden oluşan hema grupları iki veya dört aminoasit grubu içermektedir. Temel görevi solungaçlarla alınan oksijeni dokulara taşımak ve dokulardaki karbondioksiti de solungaçlara taşımak olan eritrositler bu görevlerini ihtiva ettikleri hemoglobinler sayesinde gerçekleştirirler. Hemoglobinin eritrosit içerisindeki görevi oksijen bağlamak ve bağladığı oksijeni hücrelere taşımaktır. Kandaki oksijenin %90'dan fazlası hemoglobinlerle taşınırken, oksijen taşıma kapasitesi hemoglobin miktarıyla doğru orantılıdır (Fago vd., 2001; Weber ve Voelter, 2004; Timur, 2006; Karataş, 2010).

Büyüklikleri türlere göre değişiklik gösteren eritrositler, kanda en fazla bulunan hücre grubudur. Sayıları ve büyüklikleri arasında genellikle ters orantıya sahip olan eritrositler teleostlarda %20-40 oranında bulunabilirler. Eritrositlerin çapları türlere göre farklılık arzetymekte ve 1 mm³ kanda 20.000-3.000.000 arasında bulunabilmektedir. Balıkların sağlık durumlarında olumsuzluk yaşanması durumunda eritrosit miktarlarında düşüş görülmektedir. Bu nedenle kandaki eritrosit miktarı balık sağlığının belirteçlerindendir ve eritrosit miktarlarının belirlenmesinde hematokrit oranı ve doğrudan sayım yöntemleri kullanılır. Eritrosit ve hemoglobinlerin miktarları, konsantrasyonları ve hacimlerine göre anemi tespiti yapılabilmektedir (Demir, 1996; Timur, 2006).

1.4.1.2. Lökositler (Beyaz Kan Hücreleri, WBC)

Lökositler, renksiz, elips veya oval benzeri yapıya sahiptirler. 1 mm³ kanda 20.000 ile 150.000 arasında bulunabilen lökositlerin büyüklükleri 10-33 µm aralığında değişebilmektedir. Granülositler ve agranülositler olarak ikiye ayrılan lökositlerin yaklaşık %4-40'lık kısmı granülositlerden oluşmaktadır. Nötrofiller, eozinofiller ve bazofiller olarak üçe ayrılan granülositlerin ise yaklaşık %60'ını nötrofiller oluşturmaktadır. Nötrofiller genel olarak hastalıklarla savaşta rol aldıklarından enfeksiyon durumlarında sayılarında artış olur ve enfeksiyona karşı antikor oluştururlar. Bazofiller ise balıklarda ender olarak bulunurlar. Agranülositler monositler ve lenfositler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar. Lenfositlerin büyüklükleri 4,5-12 µm aralığında değişebilmekte ve immun sistemde görev almaktadırlar. Enfeksiyonlara karşı bir kısmı antikor oluştururken kalan kısmı hücresel bağışıklık sağlarlar. Küresel şekilli büyük mono nükleer hücreler olan monositler ise makrofaj görevi görerek hücresel atıkları fagositoz yoluyla temizleyerek çöpçü görevi görürler (Demir, 1996; Tavares ve Oliveira, 2006; Jalali vd., 2009; Karataş, 2010; Harvey vd., 2013).

1.4.1.3. Trombositler (Pıhtılaşma Hücreleri, PLT)

Pıhtılaşmada görev almalarının yanı sıra hemostazın sağlanmasında aktif rol oynayan trombositler, çekirdekli, oval veya iğ şeklinde yapıya sahiptirler. Aynı zamanda yaralanma durumlarında yüzey alanlarını ve depo ettikleri biyo aktif molekülleri artırarak yara iyileşmelerine, yeniden yapılanmaya, mikrobiyal konakçı savunmalarına ve inflamatuvar sürece katkı sağlarlar. 1µL balık kanında 2-3x10⁴ adet trombosit bulunabilirken, bu sayı balığın yaşına, cinsiyetine ve çevresel parametrelerin oluşturduğu stres faktörlerine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Demir, 1996; Karataş, 2010; Lopez vd., 2015; Golebiewska ve Poole, 2015).

1.4.2. Sıvı Kısım Parçaları

1.4.2.1. Kan Plazması

Kanın içerdiği partiküller haricindeki sıvı kısmına plazma denilmektedir. Canlıların metabolik faaliyetlerinin meydana gelmesinde ihtiyaç duyulan veya

aktiviteler sonucunda oluşan birçok bileşen plazma içerisinde yer almaktadır. Plazmanın %90'ı su, %10'u organik ve inorganik maddelerden oluşmaktadır. Organik kısmı; hormonlar, enzimler, vitaminler, karbonhidratlar, amino asitler, proteinler ve lipoproteinler oluştururken inorganik tuzlar, metabolik artıklar, üre ve glikoz inorganik maddeler kısmını oluşturmaktadır. Na, K, Ca, PO₄ tuzları ve Fe, Cu iyonları plazmadaki inorganik tuzların %0,9'unu oluşturur. Asit-baz dengesinin sağlanmasında, vücut ısısının ayarlanmasında, endokrin salgıların iletilmesinde önemli rol alan bu sıvı kısım ile tüm besin maddeleri dokulara iletilir. Kan plazması ile kan serumu arasındaki fark serum kısım fibrinojen içermez (Demir, 1996; Timur, 2006; Karataş, 2010; Mayer ve Donnelly, 2013).

Serum glikoz seviyesi balıklarda en önemli stres belirteçlerinden biridir. Balıkların strese girmesine sebep olan kepçe kullanımı, ağ değişimi gibi yetiştiricilik uygulamalarında, ortamdaki stok yoğunluğunun artması durumlarında, enfeksiyon oluşumlarında ve sıcaklık, pH ve tuzluluk gibi su kalite parametrelerinde yaşanan değişimlerde serum glikoz değerinin arttığı bilinmektedir (Carthy vd., 1971).

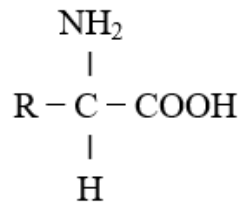
Albumin, globülinler, immunoglobülinler (antikorlar), lipitleri taşıyan düşük ve yüksek yoğunluklu lipoproteinler, Cu ve Ca bağlayan seruloplazmin, metal iyonlarını bağlayan transferrin, I bağlayan iyoduroforin, hormon bağlayan proteinler ve kanın pıhtılaşmasını sağlayan fibrinojen plazma proteinlerini oluşturmaktadır. Albumin serbest yağ asitlerinin taşınmasında aktif rol alırken, globülin demirin taşınmasında görev almaktadır. Plazmada albumin, globülin ve toplam protein miktarlarındaki artış, balıklarda bağışıklığın güçlendiğinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Yetiştiricilik müdahaleleri, çevresel şartlardaki olumsuz değişiklikler, besleme eksikliği veya balıkların uzun süreli aç kalma durumları plazma protein seviyelerinde düşüşe sebep olmaktadır (Gunter, 1961; McDonald ve Milligan, 1992; Magnadóttir, 2006).

Üre balıklarda arjinin ve pürin nükleotitlerinden meydana gelirken, ürik asit sadece pürin nükleotidi içermektedir. Pürinin üre ve ürik asitin yapısında yer almasının ana kaynağı amonyaktır. Ürik asit balıklarda karaciğerde üreye dönüştürülerek kana geçer ve solungaçlardan atılır. Kandaki üre miktarı karaciğer veya solungaçlarda oluşabilecek bozuklukların göstergesi olabilmektedir (Stoskopf, 1993; Walsh ve Mommsen 2001).

Plazma iyon konsantrasyonu ile kanın osmotik basıncı arasında doğru orantılı bir ilişki mevcuttur. İyonların aktif taşıma haricindeki kan yoluyla taşınması bu osmotik basınca bağlıdır. Plazmada bulunan iyonların farklı metabolik aktivitelerde görev alıyor olmaları nedeniyle miktarlarındaki azalış veya artışlar balık metabolizması hakkında fikir oluşturmaktadır. Örneğin denizel otamda balıkların vücutlarından ortama su çıkışı olur ve balıklar bu durumu tolere edebilmek için deniz suyu içerler. Bunun neticesinde deniz suyunda çözülmüş halde var olan NaCl balık metabolizmasına katılır. Alınan NaCl solungaçlardan dışarı atılır. Bu sebeple serum Na ve Cl miktarlarındaki artış solungaçlarda işlevsel bozukluğun göstergesi olabilmektedir (Stoskopf, 1993; Demir, 1996; Lall, 2002; Timur, 2006; Mehmetoğlu, 2007).

1.5. Amino Asitler

Amino asitler proteinlerin yapısında yer alarak onların temelini oluştururken, proteinin sınıflandırmadaki yerini ve metabolizmadaki görevini belirlerler. Tespit edilen 300 den fazla amino asit içerisinde DNA tarafından kodlanabilen 20 amino asit proteinlerin yapısında yer alırlar ve temel yapıları bir karboksil, bir amino ve bir kök grubundan oluşurlar (Aksoy, 2000; Hoşsu vd., 2003; Champe vd., 2007). Bu temel yapı aşağıdaki gibi (Şekil 3) şematize edilebilmektedir.



Şekil 3. Amino asitlerin temel yapısı

Kaynak: Aksoy, 2000

Birden fazla amino asidin protein yapılarını ortaya çıkarabilmeleri için birbirleriyle birleşmesi gerekmektedir. İki amino asit birbirleriyle birleşirken bir molekül su (H₂O) açığa çıkar. Bu şekilde birleşme olayına peptidleşme oluşan bağa ise peptit bağı adı verilmektedir. Birleşen amino asit sayısına göre isimlendirme dipeptid, tripeptid olarak yapılır. Üçten fazla amino asitten oluşan bağlanmaya ise polipeptid adı verilmektedir (Aksoy, 2000; Hoşsu vd., 2003).

Amino asitler, balıklarda çevresel stres ve patojenik organizmalara direncin yanı sıra büyüme, besin alımı ve kullanımı, larval gelişim, yaşama oranı, davranış, bağışıklık ve üreme için elzem olan anahtar metabolit yolların düzenleyicileridir. Ayrıca, osmoregulasyon, iştah düzenleme, et kalitesi ve stres ile baş etmede rol almaktadırlar. Fonksiyonel, yapısal ve kimyasal birçok şekilde sınıflandırılabilirler. Ancak pH'larına ve yan gruplarına (Tablo 1) ve esansiyel olma durumlarına (Tablo 2) göre sınıflandırmalar daha çok kullanılmaktadır (Aksoy, 2000; Li vd., 2009; Li vd., 2021).

Tablo 1. Amino asitlerin yan gruplarına ve pH'larına göre sınıflandırılması

	Nötral Amino Asitler	Bazik Amino Asitler	Asidik Amino Asitler
Düz zincirli	Alanin Glisin İsolösin Lösin Valin	Arginin Histidin Lisin	Aspartik asit Glutamik asit
Hidroksilli	Treonin Serin		
Aromatik	Fenilalanin Trosin Tryptofan		
Kükürt İçeren	Sistein Metiyonin Sistin		

Kaynak: Akyurt, 1993

Tablo 2. Amino asitlerin beslenme bakımından sınıflandırılması

Esansiyel Amino Asitler	Esansiyel Olmayan Amino Asitler	Yarı Esansiyel Amino Asitler
Arginin	Alanin	Sistin
Histidin	Asparagin	Glutamin
İsolösin	Aspartik Asit	Hydroxyprolin
Lösin	Glutamik Asit	Prolin
Lisin	Glisin	Taurin
Metiyonin	Serin	
Fenilalanin	Trosin	
Treonin		
Tryptofan		
Valin		

Kaynak: Mai vd. 2006; Brady, 2013

1.6. Yağ Asitleri

Protein ve karbonhidratlar gibi bütün canlı organizmalarda bulunan, benzen, eter, kloroform gibi organik çözücülerde çözünen, su içinde çözünmeyen organik maddelere lipid yani yağ denir. Bitkisel ve hayvansal dokularda enerji kaynağı olarak yer alan ve susuz olarak depolanabilme kabiliyetlerinden ötürü karbonhidratlara göre daha fazla enerji verebilen lipidler, hücrenin yapı taşlarını oluştururlar. Enerji kaynağı olmalarının yanı sıra en önemli görevleri hücre zarının yapısında bulunmalarıdır. Basit, bileşik ve türev olmak üzere 3 gruba ayrılan lipidler, yapılarında sülfat, şeker, fosfat ve sfingozin gibi maddeler içerdiklerinde bileşik lipid olarak adlandırılırlar. Trigliseridler ve mumlar basit lipidler içerisinde değerlendirilirken, lipoproteinler, prostaglandinler, steroidler, proteolipidler, lökötrienler ve D vitaminleri türev lipidleridirler (Kalaycıoğlu vd., 2010).

R-COOH kapalı formülü ile ifade edilen yağ asitleri, 4-36 karbon atomu aralığında hidrokarbon zincirli karboksilik asitlerdir. Bu formülde bulunan R grubu doymuş veya bir veya daha fazla karbon çift bağı ihtiva eden doymamış uzun bir hidrokarbon zinciri olabilmektedir. Yağ asitleri, zincir uzunlukları ve doymamış bağların sayısı ve yeri ile birbirlerinden ayrılmaktadırlar. Bu yapısal ve metabolik önem durumlarına göre yağ asitleri, tek bağ bulunduran (doymuş (SFA)) ve çift bağ bulunduran (doymamış (UFA)) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Doymamış yağ asitleri yapılarında 1 tane çift bağ bulunduruyorsa tekli doymamış yağ asidi (MUFA), birden fazla çift bağ bulunduruyor ise çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) olarak isimlendirilirler (Tablo 3). Çoklu doymamış yağ asitleri, n-3 ve n-6 yağ asitleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Çift bağın bulunduğu ilk karbona göre omega 3 (n-3) veya omega 6 (n-6) yağ asitleri olarak sınıflandırılmaktadırlar. Omega 3 yağ asitlerinde ilk çift bağ üçüncü karbondan yer alırken, omega 6 yağ asitlerinde ilk çift bağ altıncı karbondan yer almaktadır (Keha ve Küfrevioğlu, 2007; Kalaycıoğlu vd., 2010; Nelson ve Cox, 2013).

Yağlarda en fazla bulunan yağ asidi oleik asittir. Oleik asit ve palmitoleik asit MUFA'nın iki önemli bileşenidir. Doymuş yağ grubunda yer alan palmitik asit ise oleik asitten sonra en fazla bulunan yağ asididir. Balıklarda omega 3 yağ asitlerinin temel yağ asidi linoleik asittir. Omega 6 yağ asitlerinin temel yağ asidi ise linolenik asittir (Fennema, 1996; Gunstone, 1996; Polat vd., 2020).

Balıketinde bulunan yağ asitleri balığın türüne, beslenme koşullarına, mevsimsel şartlara, tuzluluk ve su sıcaklığı gibi su kalite parametrelerine, cinsiyet ve üreme dönemi gibi etmenlere bağlı olarak farklılık göstermekte ve bu farklılıklar balıkta bulunan yağ miktarına önemli derecede etki etmektedir. Genel olarak balıklardaki yağ oranının %1-14 arasında olduğu bilinmektedir (Baysal, 2002; Polat vd., 2020).

Balık yağlarının en önemli özelliği uzun zincirli birden fazla çift bağlı yağ asitleri içermeleridir ve n-3 yağ asitleri n-6 yağ asitlerine oranla daha fazla miktarda bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda tatlısu balıklarında n-6 yağ asitlerinin denizdeki balıklardan daha fazla olduğu belirlenmiş ve bu duruma beslenme şeklinin ve balığın bulunduğu ortama fizyolojik adaptasyonu için PUFA'lara ihtiyaç duymasının neden olduğu bildirilmiştir (Göğüş, 1988; Duarte vd., 2021).

Esansiyel olan yağ asitleri balıkların vücutlarında sentezlenemediği için besin yoluyla dışarıdan alınması gerekmektedir. Mikroalgler ve fitoplanktonlar balıklardaki n-3 yağ asitlerinin ana kaynağını oluşturmaktadır. Mikroalgler taksonomilerine göre farklı yağ asidi kompozisyonlarına sahip olabilmekte, deniz algleri ve bazı tatlısu algleri yapılarında bol miktarda kaliteli PUFA içermektedir. Balıklar bu çoklu doymamış yağ asitlerini bulundukları ortamlardan beslenme yoluyla almaktadır. Ayrıca balıklar ortamdan aldıkları doymamış yağ asitlerinin yanı sıra ortamdan aldıkları doymuş yağ asitlerinden palmitik asit (C16:0) ve stearik asiti (C18:0) vücutlarında desaturasyonla C16:1 ve C18:1 formlarına dönüştürebilmektedirler. Çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (C18:2) ve linolenik asit (C18:3) balık vücudunda elangasyon ve desaturasyon ile C:20 ve C:22 formlarına çevrilebilirken, birçok tatlısu balığı linoleik asidi araşidonik aside dönüştürebilmektedirler. Ancak bu dönüştürme işlemlerinin balıklarda çok düşük seviyede olması nedeniyle bu yağ asitlerini beslenme yoluyla almaktadırlar (Huss,1988; Tocher, 2003; Irina vd., 2006; Balçık Mısır, 2014).

Balık yağları, içeriğinde bulunan ve en önemlileri EPA ve DHA olarak bilinen n-3 yağ asitleri nedeniyle insan sağlığı açısından çok önemli bir yere sahiptir. EPA ve DHA sadece sucul canlılar tarafından sentezlenebilmekte ve büyüme ve gelişme fonksiyonlarında önemli bir etkiye sahiptirler. Balık yağının kalp hastalıkları, romatizma, migren, kolesterol, kanser, tansiyon ve şeker hastalığı gibi birçok

hastalığın engellenmesinde ve tedavisinde önemli derecede etki ettiği yapılan çalışmalarla ifade edilmiştir (Nettleton, 1992; Polat vd., 2020).

Tablo 3. Yağ asitlerin sınıflandırılması

	Yağ Asitleri	Yaygın Adı
Doymuş Yağ Asitleri (SFA)	C12:0	Laurik Asit
	C14:0	Miristik Asit
	C15:0	Pentadecanoik
	C16:0	Palmitik Asit
	C17:0	Margarik Asit
	C18:0	Stearik Asit
	C20:0	Araşidik Asit
	C22:0	Behenik Asit
Tekli Doymamış yağ Asitleri (MUFA)	C16:1	Palmitoleik Asit
	C17:1	Heptadekenoik Asit
	C18:1 cis 9	Oleik Asit
	C18:1 cis 11	Vaksenik Asit
	C20:1	Gadoleik Asit
	C22:1 n 11	Setoleik Asit
	C22:1 n 9	Erusik Asit
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (PUFA)	C18:2	Linoleik Asit
	C18:3	Linolenik Asit
	C20:2	Eikosadienoik Asit

Kaynak: Kalaycıoğlu vd., 2010

1.7. Literatür Özetleri

1.7.1. Basınç Şoku Yöntemiyle Yapılan Triploidizasyon Çalışmaları

Basınç şoku kullanılarak yapılan triploidizasyon uygulamalarında %100 triploid oranının elde edildiği uygulama değerlerinin yer aldığı çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

Chourrout (1984), 9,4 °C de inkübe edilen gökkuşığı alabalığı yumurtalarına döllenmeden sonra 40. dakikada 7 dk. süreyle 7.000 psi basınç uygulayarak %100 triploid oranı elde etmiştir.

Yesaki vd. (1996), 10 °C su sıcaklığında tutulan gökkuşığı alabalığı yumurtalarına döllenmeden sonra 40. dakikada 5 dk. boyunca 9.500 psi basınç uygulayarak %100 triploid oranı elde etmişlerdir.

Hamor vd. (1996), 10,5 °C inkübasyon derecesine sahip gökkuşığı alabalığı yumurtalarına döllenmeden sonra 30. dakikada 4 dk. boyunca 10.000 psi basınç uygulayarak %100 triploid oranı elde etmişlerdir.

Couture vd. (2007), 11,1 °C su sıcaklığında tutulan gökkuşığı alabalığı yumurtalarına döllenmeden sonra 27. dakikada 6 dk. boyunca 9.500 psi basınç uygulayarak %100 triploid oranı elde etmişlerdir.

Loopstra ve Hansen (2008), 8,3 °C su sıcaklığında inkübe edilen gökkuşığı alabalığı yumurtalarına döllenmeden sonra 36. dakikada 5 dk. boyunca 10.000 psi basınç uygulayarak %100 triploid oranı elde etmişlerdir.

Chiasson vd. (2009), ortalama 5 °C de tutulan Alp alabalığı (*Salvelinus alpinus*) yumurtalarına döllenmeden sonra 42. dakikada 5 dk. boyunca 9.500 psi basınç uygulayarak %100 triploid oranı elde etmişlerdir.

Leclercq vd. (2011), 10 °C inkübe edilen Atlantik salmonu (*Salmo salar*) yumurtalarına döllenmeden sonra 30. dakikada 5 dk. boyunca 9.500 psi basınç uygulayarak %100 triploid oranı elde etmişlerdir.

Taylor vd. (2011), 10 °C inkübe edilen Atlantik salmonu yumurtalarına döllenmeden sonra 30. dakikada 5 dk. boyunca 9.500 psi basınç uygulayarak %100 triploid oranı elde etmişlerdir.

Preston vd. (2013), 6 °C de inkübe edilen kahverengi alabalık (*Salmo trutta* L.) yumurtalarına döllenmeden sonra 50. dakikada 8 dk. süresince 10.000 psi basınç uygulayarak %97,8 triploid oranı elde etmiştir.

Hansen vd. (2015), 8 °C inkübe edilen Atlantik salmonu yumurtalarına döllenmeden sonra 37,5. dakikada 6 dk. 15 sn. süresince 9.500 psi basınç uygulayarak %100 triploid oranı elde etmişlerdir.

Lahnsteiner ve Kletzl (2018), 10 °C su sıcaklığında inkübe edilen göl alabalığı (*Salmo trutta f. lacustris*) yumurtalarına döllenmeden sonra 36. dakikada 5 dk. boyunca 9.500 psi basınç uygulayarak %100 triploid oranı elde etmişlerdir. Aynı çalışmada diğer bir göl alabalığı türü (*Salvelinus umbla*) yumurtalarına da 10 °C de döllenmeden sonra 27. dakikada 5 dk. boyunca 9.500 psi basınç uygulayarak %100 triploid oranı elde edilmiştir.

Sambras vd. (2018), 8 °C inkübe edilen Atlantik salmonu yumurtalarına döllenmeden sonra 37. dakikada 6 dk. süresince 9.500 psi basınç uygulayarak %100 triploid oranı elde etmişlerdir.

Wu vd. (2020), 8 °C inkübe edilen Atlantik salmonu yumurtalarına döllenmeden sonra 37. dakikada 5 dk. süresince 9.500 psi basınç uygulayarak %100 triploid oranı elde etmişlerdir.

Bortoletti vd. (2022), 5 °C inkübe edilen Atlantik salmonu yumurtalarına döllenmeden sonra 60. dakikada 5 dk. boyunca 9.500 psi basınç uygulayarak %100 triploid oranı elde etmişlerdir.

De Fonseka vd. (2022), 8 °C inkübe edilen Atlantik salmonu yumurtalarına döllenmeden sonra 37,5. dakikada 6 dk. 15 sn. süresince 9.500 psi basınç uygulayarak %100 triploid oranı elde etmişlerdir.

1.7.2. Triploidizasyonun Balıkların Büyüme Performansı ve Smoltifikasyon Süreci Üzerine Etkilerinin Belirlenmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Johnson vd. (1986), ısı şoku uygulayarak elde ettikleri triploid koho somonlarının (*Oncorhynchus kisutch*) 18 aylık smoltifikasyon zamanından 30 aylık cinsel olgunluğun başlangıcına kadar tatlı ve deniz suyunda büyüme performanslarını, gonad gelişimlerini ve smolt süreçlerini takip etmişlerdir. Triploidlerin deniz suyuna başarılı bir şekilde uyum sağlama becerilerinde diploid kardeşlerine nazaran herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir. Aynı şekilde büyüme parametrelerinde de (uzunluk, vücut ağırlığı ve kondisyon faktörü) herhangi bir farklılık gözlenmemiştir.

Galbreath vd. (1994), ısı şokuyla ürettikleri triploid Atlantik somonlarını beslemeye başladıktan 4 ay sonra tatlısuda 16 haftalık bir büyüme denemesine tabi tutmuşlardır. İlk ağırlıkları ortalama 1,3 g olan diploid bireyler 16 hafta sonunda 11 grama ulaşırken, 1,1 g ilk ağırlığa sahip triploid bireyler 11,9 grama ulaşmıştır. Triploidlerin büyüme oranlarının diploidlerden önemli ölçüde daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir. Daha sonra aynı diploid ve triploid gruplar deniz suyunda tek bir büyük tanka toplanarak smoltifikasyon tamamlanıncaya kadar büyütülmüştür. Sürecin sonunda diploidlerin ortalama son ağırlıkları 94 g olurken, triploidlerin son ağırlığı 76

g olarak belirlenmiş ve diploidlerin triploidlere kıyasla önemli ölçüde daha iyi büyüme performansı gösterdiği ifade edilmiştir.

Galbreath ve Thorgaard (1995), tamamen dişi diploid ve triploid Atlantik salmonu bireylerini deniz suyuna adaptasyon ve büyüme bakımından karşılaştırmıştır. Triploidizasyon ısı şokuyla yapılmıştır. Beslenmeye başlandıktan 17 ay sonra 60 gramdan büyük balıklar 376 gün boyunca deniz suyunda ortak bir kafese alınmıştır. Deniz suyuna transferden çalışma sonuna kadar yaşama oranı diploidlerde %65, triploidlerde %40 bulunmuştur. Ortalama son ağırlık diploidlerde 766 g, triploidlerde ise 679 g olarak belirlenmiş ve gruplar arasında farkın önemli olduğu ifade edilmiştir. Gruplar arasında spesifik büyüme oranının farklılık göstermediği, kondisyon faktörünün diploidlerde triploidlere göre önemli ölçüde daha düşük olduğu ve Atlantik salmonlarının smoltifikasyonu tamamlamak için daha büyük bir boyuta ihtiyaç duydukları ve diploidlerden daha yavaş büyüdükleri raporlanmıştır.

Dumas vd. (1995), ısı şoku uygulayarak yaptıkları triploidizasyon çalışmasında triploid kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis*) ve Alp alabalığının (*Salvelinus alpinus*) deniz suyuna adaptasyonları araştırılmıştır. Deniz suyunda iyon ve su dengesini koruma kabiliyeti, plazma ozmolalitesi ve plazmada sodyum ve klor seviyeleri ölçülerek yapılan değerlendirmeler sonucunda kaynak alabalığında triploidizasyonun deniz suyuna adaptasyon üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı ifade edilmiştir. Alp alabalığında ise deney süresince ve sonunda stres göstergesi olan kortizol seviyesinin yüksek seyretmesi nedeniyle adaptasyon tespit edilememiştir.

Chiasson vd. (2009), Alp alabalığı yumurtalarına basınç şoku uygulayarak triploid bireyler üretmişler ve diploid ve triploid bireylerin kuluçkadan sonra 24 hafta boyunca hayatta kalma ve büyüme performanslarını değerlendirmişlerdir. Ortalama hayatta kalma oranları diploidlerde %84, triploidlerde %70 bulunmuştur. Diploid ve triploidlerin ortalama spesifik büyüme oranları ise sırasıyla; %2,09 ve %2,01 olarak belirtilmiştir. Aynı gruplar daha sonra ticari bir alana transfer edildikten sonra pazar büyüklüğüne (1 kg) kadar büyütülmüş ve çalışmanın sonunda triploid ve diploid popülasyonların ağırlıkları arasında farkın önemli olduğu ifade edilmiştir.

Taylor vd. (2011), Atlantik somonlarında basınç şoku uygulamasının kuluçkahane performansı üzerine etkilerini incelemek amacıyla kurguladıkları çalışmalarında yumurtadan çıkana kadar hayatta kalma oranlarının ploidiler arasında

farklılık göstermediğini, kuluçka aşamasında ise ploidinin yumurtadan çıkış oranını önemli derecede etkilediğini ve diploid grupların çıkış oranının triploid gruplardan daha yüksek olduğu raporlamışlardır. İlk beslemeden sonraki 6 hafta boyunca diploidler triploidlere göre daha iyi büyüme performansı gösterse de triploidlerin kuluçka aşamasının sonunda diploidlerden daha fazla büyüdüğü belirtilmiştir.

Kızak vd. (2013), diploid ve triploid kahverengi alabalıkların (*Salmo trutta fario*) büyüme, gonad yapısı ve kırmızı kan hücre boyutlarını karşılaştırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada, ısı şoku yöntemiyle triploidizasyon uygulanmıştır. Döllenme sonrası 18. aydan 32. aya kadar diploid ve triploid grupların büyüme çalışması devam etmiş ve yaşama oranı, spesifik büyüme oranı, yemden yararlanma oranı, kondisyon faktörü, nisbi ve mutlak büyüme oranları, gonadosomatik ve hepatosomatik indeksler ve karkas verimleri belirlenmiştir. Önemli bir fark olmamasına rağmen triploid balıkların diploid balıklardan daha fazla canlı ağırlık artışı gösterdiği ifade edilmiştir.

Preston (2014), triploid kahverengi alabalık üretiminde yüksek basınç uygulamasının en uygun zamanını, uygulama süresini ve uygulanacak basınç miktarını belirlemiştir. Ayrıca 6-12 °C su sıcaklıklarının triploid bireylerde besin kesesi tüketimi ve yem alımı üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada; triploid bireylerin gonadal gelişim öncesi dönemde diploidlerle benzer veya daha düşük büyüme performansı gösterdiği ancak gonadal gelişimden sonra triploidlerin büyüme performansının arttığını ifade etmiştir.

Lahnsteiner ve Kletzl (2018), göl alabalıkları (*Salmo trutta f. lacustris* ve *Salvelinus umbla*) türlerinde yüksek basınç yöntemiyle triploidizasyonun büyüme performansı, hayatta kalma oranı, iskelet bozukluğu, solungaç, dalak, karaciğer, böbrek, bağırsak ve kanın morfometrisi ve hücresel bileşimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Her iki türdeki triploid gruplar ile diploid gruplar arasında ölüm oranı farklılık göstermemiş ve %5'ten küçük bulunmuştur. Kondisyon faktörü ve diğer büyüme parametreleri bakımından gruplar arasında benzerlik olduğu ve istatistiki bir farkın oluşmadığı raporlanmıştır.

Sonay vd. (2024), ısı şoku yöntemiyle elde ettikleri triploid Karadeniz alabalıklarının (*Salmo trutta labrax*) yavru, fingerling ve juvenil boylarda büyüme performanslarını diploid kardeşleriyle karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda büyüme performansının diploid ve triploid gruplarda eşit olması

nedeniyle Karadeniz alabalıklarında cinsel olgunlaşmadan önce triploididen kaynaklı metabolik bir avantaj olmadığını belirtmişlerdir.

1.7.3. Balıklarda Amino Asit ve Yağ Asit Profillerinin Belirlenmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Özden (2005), gökkuşağı alabalığının kimyasal bileşenleri ve amino asit ve yağ asit oranlarını belirlediği çalışmasında, ham protein, yağ, kül ve nem oranını sırasıyla; %18,57±0,57; %3,71±0,85; %1,47±0,09; %76,23±2,02 olarak belirlemiştir. Esansiyel amino asitlerden lisin ve lösin oranı en yüksek bulunurken, esansiyel olmayan amino asitlerden aspartik asit ve glutamik asit oranı en yüksek bulunmuştur. Palmitik asit (C16:0) en baskın doymuş yağ asidi olarak belirlenmiştir. En fazla bulunan tekli doymamış yağ asidi C18:1n-9 olurken, çoklu doymamış yağ asitleri ise C20:5n-3 ve C22:6n-3 olmuştur.

Gurure vd. (2007), Alp alabalığının farklı yaşam evrelerindeki amino asit bileşimlerini inceledikleri çalışmada embriyo dokuları, besin keseleri ve ortalama 20-35 g ağırlığındaki yavru balıklar analiz edilmiştir. Yavru balıkların amino asit analizlerinde belirlenen 16 amino asit içerisinde en fazla miktarda (124±1,3 g/kg) belirlenen amino asit glutamin, en az miktarda (21±0,5 g/kg) belirlenen metiyonin olmuştur. Lösin, en yüksek miktarda (92±1,7 g/kg) belirlenen esansiyel amino asit olmuştur. Çalışma sonunda, balıkların vücut amino asit profilinden, esansiyel amino asit ihtiyaçlarının tahmin edilmesi mümkün olabileceği bildirilmiştir.

Harlioglu (2012), Elazığ ilinde faaliyet gösteren bir alabalık çiftliğinde ticari alabalık yemi ile ortalama 300 g ağırlığa kadar beslenmiş gökkuşağı alabalıklarının kas ve karaciğer dokularındaki yağ asidi bileşimlerini incelemiştir. Palmitik asit (C16:0) kas dokuda en yüksek oranda belirlenen doymuş yağ asidi olurken, toplam SFA, MUFA ve PUFA oranları sırasıyla %24,25±0,89; %36,54±3,23 ve %38,69±3,23 olarak belirlenmiştir. Toplam n-3/n-6 oranı ise 1,10±0,41 olarak tespit edilmiştir.

Manor vd. (2012), 16 aylık diploid ve triploid dişi gökkuşağı alabalıklarını 24 aya kadar tatlısuda takip etmişler ve bu süreç içerisinde triploidizasyonun kas, karaciğer ve gonad dokularındaki yağ asidi içeriğine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma süresince doymuş yağ asitlerinden C16:0, tekli ve çoklu doymamış yağ

asitlerinden C18:1n-9 ve C18:2n-6 her iki grupta da en yüksek düzeyde belirlenen yağ asitleri olmuşlardır.

Ozório vd. (2012), diyetle alınan L-karnitin ve ploidinin diploid ve triploid gökkuşacağı alabalıklarında büyüme performansı ve yağ asidi içeriği üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Farklı stok yoğunluklarında (15, 20 ve 50 kg/m³), standart kültür şartlarında 29,53±0,60 g başlangıç ağırlığına sahip diploid ve 31,75±0,49 g ilk ağırlığa sahip triploid gökkuşacağı alabalıkları 5 ay süresince farklı oranlarda L-karnitin ilave edilen diyetlerle beslenmiştir. Tüm gruplarda palmitik asit (C16:0) en yüksek miktarda belirlenen doymuş yağ asidi olmuştur. Toplam SFA, MUFA ve PUFA değerleri gruplar arasında farklılık oluşturmazken, C18:1n-9 ve C22:6n-3 yağ asitleri en baskın tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri olarak belirlenmiştir.

Ribeiro vd. (2012), dişi gökkuşacağı alabalıklarının üreme döneminde ploidinin kas, karaciğer ve gonad dokularındaki yağ asidi profili üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında C16:0 tüm üreme döneminde kas dokuda belirlenen en baskın doymuş yağ asidi olmuştur. Toplam SFA diploidlerde olgunlaşma öncesinde %24,75±1,28 belirlenirken yumurtlama sonrası %23,03±0,96 olarak tespit edilmiştir. Triploidlerde ise bu değerler %26,86±0,93-29,49±1,75 arasında değişkenlik göstermiştir. Toplam PUFA oranı tüm üreme dönemi boyunca diploidlerde daha yüksek bulunmuştur.

Sabetian vd. (2012), ticari bir işletmeden temin ettikleri ortalama 500 g ve üzeri ağırlıktaki 30 adet gökkuşacağı alabalığının besin madde, amino asit ve yağ asidi içeriklerini belirlemişlerdir. Kas dokuda yapılan besin madde içeriği analizlerinde ortalama %19,65±1,2 protein oranı ve %4,46±2,2 yağ oranı belirlenmiştir. Amino asit analizlerinde tespit edilen 16 amino asit içerisinde en yüksek miktarda (10,70±0,64 mg/g) glutamik asit bulunurken, en düşük miktarda (2,10±0,35 mg/g) histidin tespit edilmiştir. Çalışmada 32,62±3,54 mg/g olarak belirlenen toplam esansiyel amino asit miktarı içerisinde lösin, en fazla miktarda (7,52±0,66 mg/g) belirlenen esansiyel amino asit olmuştur. Yağ asidi analizlerinde ise toplam SFA, MUFA ve PUFA oranları sırasıyla; %31,85±3,97; %30,89±1,81; %20,55±2,76 olarak belirlenmiştir. Palmitik asit (C16:0) en yüksek oranda belirlenen doymuş yağ asidi olurken, tekli doymamış yağ asitlerinde C18:1n-9c, çoklu doymamış yağ asitlerinde ise C22:6n-3 en yüksek

oranda belirlenen yağ asitleri olmuşlardır. Toplam n-3/n-6 oranı 2,02 olarak tespit edilmiştir.

Kaya vd. (2014), Doğu Karadeniz Bölgesinden avlanan ve çiftliklerde yetiştirilen kahverengi alabalıkları (*Salmo trutta fario* Linneaus, 1758) arasındaki farkları belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada doğal ve kültür balıklarının et verimi, et kalitesi ve amino asit kompozisyonu değerlerini tespit etmişlerdir. Doğal alabalıklarda ortalama ham protein ve yağ değerleri sırasıyla; $17,36 \pm 0,37$; $2,71 \pm 0,21$ bulunurken, kültür alabalıklarında $16,66 \pm 0,37$; $3,62 \pm 2,24$ oranında belirlenmiştir. Toplam 14 amino asidin belirlenebildiği çalışmada kültür grubunda glutamik asit, doğal balıklarda aspartik asit en yüksek miktarda belirlenen amino asitler olmuşlardır.

Manor vd. (2014), triploid ve diploid gökkuşaağı alabalıklarında farklı beslenme düzeylerinin ve cinsiyet olgunluğunun farklı dokulardaki (kas, karaciğer ve gonad) yağ asidi profili üzerine etkilerini incelemişlerdir. Cinsel olgunlaşma sürecindeki diploid ve triploid balıkların kas dokusundaki toplam doymuş yağ asidi (SFA) oranı diploidlerde $27,25 \pm 0,39$ ve triploidlerde ise $31,8 \pm 0,6$ olarak belirlenmiştir. Palmitik asit (C16:0), hem diploidlerde hem de triploidlerde en yüksek doymuş yağ asidi olarak tespit edilmiştir. Toplam tekli doymamış yağ asidi (MUFA) seviyeleri diploidlerde $28,6 \pm 0,5$ triploidlerde ise $29,8 \pm 1,1$ olarak belirlenmiştir. Toplam çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) ise diploidlerde $44,6 \pm 0,6$ triploidlerde $39,7 \pm 0,8$ olarak kaydedilmiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinden C22:6n-3 yağ asidi, diploidlerde $17,37 \pm 0,74$ g/100g, triploidlerde ise $15,87 \pm 0,65$ g/100g olarak ölçülmüştür.

Wang vd. (2015), 100 g ve üzeri başlangıç ağırlığına sahip diploid ve triploid Masu salmonlarının (*Oncorhynchus masou*) 140 gün süresince ticari alabalık yemi ile beslenmeleri sonucunda büyüme performanslarında ve kas doku besin kompozisyonlarında oluşan farklılıkları karşılaştırmışlardır. Amino asit analizlerinde belirlenen 18 amino asit değerleri gruplar arasında farklılık oluşturmazken glutamik asit en yüksek oranda belirlenen amino asit olmuştur. Her iki grupta da glutamik asitten sonra en fazla belirlenen amino asitler sırasıyla aspartik asit, lisin ve lösin olmuştur. Toplam esansiyel amino asit oranı diploidlerde $7,96 \pm 0,09$ triploidlerde $8,14 \pm 0,32$ olarak belirlenmiştir. Yağ asidi profili bakımından diploid ve triploid gruplar arasında

önemli farklılıklar oluşmamış, toplam SFA, MUFA ve PUFA değerlerinin gruplar arasındaki farkları istatistiki açıdan önemsiz bulunduğu ifade edilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden C16:0 diploidlerde $21,85 \pm 0,75$ g/100g, triploidlerde $21,33 \pm 2,38$ g/100g olarak en fazla miktarda belirlenen yağ asidi olmuştur. En fazla belirlenen tekli doymamış yağ asidi C18:1 olurken, C18:2n-6 diploidlerde $13,88 \pm 2,33$ g/100g ve triploidlerde $14,69 \pm 1,23$ g/100g olarak en fazla miktarda belirlenen çoklu doymamış yağ asidi olarak kaydedilmiştir.

Dogan ve Bircan (2015), ortalama $114,16 \pm 0,03$ g başlangıç ağırlığına sahip gökkuşağı alabalıklarını balık unu yerine belirli oranlarda fındık küspesi kullanılarak hazırlanan yemlerle 60 gün süresince beslemişlerdir. Ticari alabalık yemiyle beslenen grupta ham protein $\%19,82 \pm 0,89$ ham yağ ise $\%4,97 \pm 0,21$ oranında belirlenmiştir. Analizlerde tespit edilen 18 amino asit içerisinde en yüksek miktarda glutamik asit ($2,54$ g/100g), en düşük miktarda ise sistin ($0,1$ g/100g) değeri belirlenmiştir. Esansiyel amino asitler içerisinde en yüksek miktarda lisin ($1,91$ g/100g) en düşük miktarda ise triptofan ($<0,02$ g/100g) tespit edilmiştir.

Nuez-Ortín vd. (2017), triploid ve diploid Atlantik salmonunun erken tatlısu dönemlerinde yağ asit bileşimlerini inceledikleri çalışmalarında, 34 gün yaşındaki diploid salmonlarda toplam yağ asidi içeriğinin $705,7 \pm 90,00$ mg/g, triploid salmonlarda ise $703,4 \pm 73,09$ mg/g olarak tespit etmişlerdir. 109 gün yaşındaki diploid salmonlar için toplam yağ asidi içeriği $873,7 \pm 24,18$ mg/g, triploid salmonlarda ise $863,1 \pm 26,69$ mg/g olarak kaydedilmiştir. 162 gün yaşındaki diploid salmonlarda toplam yağ asidi içeriği $913,5 \pm 30,52$ mg/g, triploid salmonlarda ise $889,7 \pm 28,07$ mg/g olarak belirlenmiştir. Triploid salmonlar arasında baskın doymuş yağ asidi (SFA) palmitik asit (C16:0) olurken, en fazla bulunan tekli doymamış yağ asidi (MUFA) C18:1n-9 olarak kaydedilmiştir. Ayrıca, çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA) C20:5n-3 ve C22:6n-3 en yüksek oranda bulunmuştur.

Wang ve Han (2017), yaptıkları çalışmada ticari alabalık yemi ile 12 ve 16 ay süre ile beslenen diploid ve triploid gökkuşağı alabalıklarının kas doku besin madde bileşimlerini ve amino asit profillerini belirlemişlerdir. Her iki grupta da triploidlerde diploidlerden daha yüksek protein ve yağ oranı tespit edilmiştir. 12 ay süre ile beslenen gruplarda protein ve yağ oranı diploidlerde; $\%20,47 \pm 0,33$ ve $\%3,37 \pm 0,01$ ve triploidlerde ise; $\%23,15 \pm 0,42$ ve $\%4,14 \pm 0,09$ olarak belirlenmiştir. 16 ay süre ile

beslenen gruplarda ise bu değerler diploidlerde; $17,46 \pm 0,39$ ve $2,68 \pm 0,18$ ve triploidlerde ise; $22,32 \pm 0,52$ ve $4,43 \pm 0,16$ olarak tespit edilmiştir. Tüm gruplarda en yüksek oranda belirlenen amio asit glutamik asit olurken, en düşük oranda belirlenen histidin amino asidi olmuştur. Toplam esansiyel amino asit oranı diploidlerde; $28,97 \pm 1,27$ ve $28,17 \pm 0,93$ triploidlerde ise; $29,28 \pm 0,42$ ve $29,82 \pm 0,99$ olarak belirlenmiştir.

Karayucel vd. (2018), Karadeniz bölgesinde Derbent Baraj Gölü ticari tatlısu alabalık çiftliğinde ağ kafeslerde ortalama 1 kg ve üzeri diploid ve triploid dişi gökkuşağı alabalıklarının 5 ay boyunca standart ticari alabalık yemi ile büyütülmeleri sonucunda diploid ve triploid grupların büyüme performanslarını, biyokimyasal ve yağ asidi bileşimlerini karşılaştırmışlardır. Tüm gruplarda C16:0 en yüksek oranda belirlenen doymuş yağ asidi olurken toplam SFA oranı diploidlerde $27,01 \pm 0,49$ triploidlerde $28,49 \pm 0,39$ olarak belirlenmiş ve toplam SFA değerlerinde olduğu gibi MUFA ve PUFA değerlerinde de gruplar arasında farklılık olmadığı ifade edilmiştir. En yüksek oranda belirlenen tekli doymamış yağ asidi C18:1n-9 olurken, C22:6n-3 en baskın oranda belirlenen çoklu doymamış yağ asidi olmuştur.

Wu vd. (2020), tarafından gerçekleştirilen çalışmada, diploid ve triploid Atlantik salmonu larvalarının yağ asidi kompozisyonları incelenmiştir. Triploid larvaların toplam doymuş yağ asidi (SFA) miktarı, diploidlerden %15-25 daha düşük bulunmuştur. Triploidlerde toplam SFA değeri $16192,7 \pm 2503,1$ mg/g, diploidlerde ise $12614,2 \pm 1584,4$ mg/g olarak ölçülmüştür. Tekli doymamış yağ asidi (MUFA) toplam miktarı diploidlerde $191,0 \pm 37,9$ mg/g, triploidlerde ise $143,9 \pm 24,4$ mg/g olarak belirlenmiştir. Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) içerisinde en baskın olarak 18:2n6 belirlenmiş ve diploidlerde $8596,9 \pm 1577,8$ mg/g, triploidlerde ise $6112,5 \pm 1486,6$ mg/g olarak tespit edilmiştir. Çalışmada n-3/n-6 oranı diploid gruplarda $0,8 \pm 0,1$ triploid gruplarda ise $0,9 \pm 0,1$ olarak tespit edilirken, EPA/DHA oranı diploidlerde $0,3 \pm 0,0$ ve triploidlerde $0,2 \pm 0,0$ olarak belirlenmiştir.

Everson vd. (2021), yaptıkları çalışmada ploidin üç yaşındaki dişi gökkuşağı alabalığında fileto verimi ve yağ asidi profili üzerine etkilerini araştırmışlardır. Doymamış yağ asitlerinden C16:0, tekli doymamış yağ asitlerinden C18:1n-9 ve çoklu doymamış yağ asitlerinden C18:2n-6 tüm gruplarda en fazla belirlenen yağ asitleri olmuşlardır. Toplam SFA (%29,20-33,41) triploidlerde yüksek bulunurken, MUFA

değerleri (%42,07-41,76) gruplar arasında benzer bulunmuştur. Toplam PUFA (%28,73-24,83) ise diploidlerde daha yüksek bulunmuştur.

Bao vd. (2023), diploid ve triploid gökkuşaağı larvalarının 8 ay boyunca aynı yetiştirme koşullarında büyütölmeleri sonucunda diploid ve triploidler arasında oluşun fileto ve besin kalitesi farklılıklarını araştırmışlardır. Amino asit içerikleri karşılaştırıldığında, diploidlerin triploidlerden daha yüksek valin ($11,57 \pm 0,63 - 9,55 \pm 0,22$ mg/g), sistin ($3,85 \pm 0,63 - 2,25 \pm 0,14$ mg/g), histidin ($9,19 \pm 0,23 - 7,47 \pm 0,38$ mg/g) ve prolin ($7,28 \pm 0,60 - 5,24 \pm 0,57$ mg/g) içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Yağ asidi kompozisyonu açısından karşılaştırıldığında ise triploid gökkuşaağı alabalıklarının tekli, çoklu ve uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri içeriğinin diploid gökkuşaağı alabalıklarından önemli ölçüde daha yüksek bulunduğu ifade edilmiştir. Toplam SFA değeri diploidlerde $537,43 \pm 34,93$ mg/100g bulunurken, triploidlerde $553,68 \pm 27,51$ mg/100g olarak tespit edilmiştir. C20:5n-3 (EPA) değeri triploidlerde $38,09 \pm 2,05$ mg/100g, diploidlerde ise $30,50 \pm 2,19$ mg/100g olarak belirlenmiştir. C22:6n-3 (DHA) değeri ise triploidlerde $181,08 \pm 4,34$ mg/100g, diploidlerde $163,99 \pm 6,62$ mg/100g olarak kaydedilmiştir.

Li vd. (2024), 1200 g ve üzeri ağırlığa kadar büyütölen diploid ve triploid gökkuşaağı alabalıklarında yaptıkları yağ asidi analizlerinde, toplam MUFA içeriğinin diploidlerde triploidlere nazaran daha yüksek belirlendiğini ifade etmişlerdir. Toplam PUFA değeri ise diploidlerde daha yüksek belirlenmesine rağmen omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin konsantrasyonları triploidlerde daha yüksek bulunmuştur.

Metin vd. (2024), ortalama başlangıç ağırlığı $29,65 \pm 0,39$ g olan yavru gökkuşaağı alabalıklarını 75 gün süresince ticari alabalık yemi ve balık ununa ilaveten farklı oranlarda hidrolize tüy unu eklenerek hazırlanan diyetlerle beslemişlerdir. Ticari alabalık yemiyle beslenen grupta yapılan analizlerde ham protein oranı $\%16,7 \pm 0,34$ ham yağ oranı $12,8 \pm 0,7$ olarak tespit edilmiştir. Amino asit analizlerinde 9'u esansiyel olmak üzere 17 amino asit değeri belirlenmiştir. Toplam amino asit miktarı içerisinde glutamik asit $15,56 \pm 0,11$ g/100g değeriyle en yüksek miktarda belirlenirken, arginin $2,32 \pm 0,08$ g/100g olarak en düşük miktarda belirlenmiştir. Esansiyel amino asitler içerisinde en yüksek değere ($8,12 \pm 0,07$ g/100g) lizin ulaşmıştır.

Sonay vd. (2024), diploid ve triploid Karadeniz alabalıklarında yaptıkları çalışmada, ortalama $0,21 \pm 0,01$ g başlangıç ağırlığına sahip olan grupları 90 gün

süresince, $2,08 \pm 0,02$ g ve $57,81 \pm 0,64$ g başlangıç ağırlığına sahip grupları ise 150 gün süresince ticari alabalık yemiyle beslemişlerdir. Diploid ve triploid tüm grupların karkas oranları ve et kaliteleri karşılaştırılmış ve triploidlerin daha yüksek yağ içeriğine ve daha iyi karkas oranına sahip olduğu bildirilmiştir.



2. MATERYAL METOT

Bu doktora tez çalışması süresince aşağıda çalışmalar gerçekleştirilmiştir:

- Sağım, dölleme ve yüksek basınç yöntemiyle triploidizasyon uygulamaları,
- Tüm grupların kuluçka performanslarının (döllenme, çıkış, deformasyon ve larval yaşama oranları) belirlenmesi,
- Triploid oranlarının belirlenmesi,
- Deniz ve tatlısu ortamında büyüme performanslarının belirlenmesi,
- Smoltifikasyon sürecinin takip edilmesi,
- Deniz ve tatlısu ortamında büyütülen diploid ve triploid grupların proksimate (besin madde) analizleri.

2.1. Araştırma Üniteleri ve Çalışma Süreleri

Bu tez çalışması, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü (SUMAE)'nde yürütülmüştür. Basınç yöntemiyle triploid Karadeniz alabalığı üretimi ve büyütme çalışmaları kapalıdevre su ürünleri yetiştiricilik sistemi (RAS) tatlısu ünitesinde gerçekleştirilmiştir. 2021 yılı üreme sezonunda üretim çalışmaları başlamıştır. Triploid üretim, inkübasyon, diploid ve triploid grupların smolt boya kadar büyütme çalışmaları 15 ay sürmüştür. Laboratuvar uygulamalarının bir bölümü SUMAE'de, kalan bölümü ise Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi'nde tamamlanmıştır.

Triploidizasyon uygulanan ve uygulanmayan tüm döllenmiş yumurtaların inkübasyonları dikey akışlı inkübasyon dolaplarında gerçekleştirilmiştir. Çıkışları gerçekleşen larvaların büyütme çalışmaları 40 L hacimli fiberglas larva tanklarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. İnkübasyon dolapları ve larva tankları

Smoltifikasyonun takibi çalışmasının tatlısu kısmı RAS tatlısu ünitesinde, deniz suyu kısmı ise deniz balıkları üretim tesisinin RAS deniz suyu ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Her iki ünite de 100*100 cm ölçülerindeki fibreglas tanklar kullanılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Deniz ve tatlısu diploid ve triploid smoltifikasyon takibi üniteleri

2.2. Yüksek Basınç Makinesi

Basınç şoku uygulamaları için Ankara ilinde faaliyet gösteren İleri Otonom Sistemler ve Savunma Teknolojileri Ltd. Şti. isimli firmaya yaptırılan Triploid Yüksek Basınç Makinesi kullanılmıştır. Hidrolik güç ünitesi, otomasyon panosu ve paslanmaz hidrolik piston olmak üzere 3 ana kısımdan oluşan makine, maksimum 1.000 bar (14.500 psi) basınç ve mukavemet değerlerine sahiptir. 3 L balık yumurtası kapasitesine sahiptir. Otomasyon panosu sayesinde uygulanmak istenen basınç değeri ayarlanabilmekte ve hedeflenen basınca çıkma, o basınçta bekleme ve düşme süreleri belirlenebilmektedir. Hidrolik güç ünitesi, elektrik motoru ve hidrolik yağ yardımı ile basıncı değişken olarak ayarlayarak paslanmaz piston içerisindeki su basıncını yine

değişken olarak ayarlamayı sağlamaktadır. Oluşturulan yağ basıncı paslanmaz piston içerisinde su basıncına dönüştürülmektedir. Paslanmaz piston ise dış kovan, piston başı ve kapak olmak üzere 3 ana kısımdan oluşmaktadır. Hidrolik güç ünitesinin üretmiş olduğu basınç hidrolik pistonu etkilemekte, hidrolik piston mili de paslanmaz kovan içerisinde suyu sıkıştırarak sıkıştırma oranı kadar basınca çıkarmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Yüksek basınç makinesi

2.3. Balık Materyali

Triploid ve diploid balık üretimi için kullanılan damızlıklar Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü RAS damızlık ünitesinden temin edilmiş ve sağımlarda 7. nesil (F7) Karadeniz alabalığı damızlıkları kullanılmıştır. Bu damızlıklardan elde edilen diploid ve triploid balıklardan büyüme ve smoltifikasyon çalışmaları için ortalama 13 cm ve üzeri boyda ve 24 g ve üzeri ağırlıkta 1.200 adet diploid ve 1.200 adet triploid olmak üzere toplam 2.400 adet Karadeniz alabalığı kullanılmıştır.

2.4. Yem Materyali

Damızlıklar ve yavru balıklar, INVE AQUACULTURE ve SÜRSAN Su Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. tarafından üretilen ticari alabalık yemleri ile beslenmiştir. Kullanılan yemlerin etiketlerinde belirtilen besin madde bileşenleri ve boyutları Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Kullanılan yemlerin besin maddesi bileşenleri (%).

Yem	Ham Protein	Ham Yağ	Ham Kül	Ham Selüloz
Yavru yemi (300-500 mikron)	56	15	11,3	0,3
Yavru yemi (500-800 mikron)	56	15	11,3	0,3
Yavru yemi (800-1200 mikron)	56	15	11,3	0,3
Yavru yemi (1,5 mm)	52	16	8,5	2
Yavru yemi (2 mm)	50	18	8,5	2
Büyütme yemi (3 mm)	45	20	6	2
Büyütme yemi (4 mm)	45	18	6	2
Büyütme yemi (5 mm)	45	18	6	2
Büyütme yemi (7 mm)	45	18	6	2
Büyütme yemi (9 mm)	45	18	6	2

2.5. Sağım Çalışmaları ve Triploidizasyon Uygulamaları

Triploidizasyon çalışmalarında kullanılacak dişi ve erkek damızlık balıkların eşeysel olgunluk kontrolleri yapılmıştır. Cinsiyetlerine ve olgunluk durumlarına göre ayrılan damızlıkların haftalık kontrollerine devam edilmiş ve sağıma hazır olanlar ayrılmıştır. Sağıma hazır olan damızlık balıklarda 3-5 gün önce besleme durdurulmuştur.

Yapılan kontrollerde sağıma hazır dişi ve erkek damızlık balıklar 30 mg/L karanfil yağı kullanılarak bayıltılmış ve sağımları kuru sağım yöntemiyle gerçekleştirilmiştir (Şekil 7). Elde edilen döllenmiş yumurtalara döllemeden sonra 40, 45 ve 50. dakikalarda 3, 4 ve 5 dk sürelerince 9.000, 9.500 ve 10.000 psi basınç uygulamaları yapılmıştır. Buna göre 3 farklı uygulama zamanı, 3 farklı uygulama süresi ve 3 farklı basınç miktarı olmak üzere 27 (3x3x3) uygulamaya ek olarak 1 kontrol ve her süre için birer olmak üzere 3 kör kontrol gruplarıyla birlikte toplam 31 uygulama 3 tekerrürlü şekilde gerçekleştirilmiş ve deneme grupları oluşturulmuştur (Şekil 8). Her deneme grubunda 750 adet yumurta yeralmıştır. Bütün gruplar 10°C su sıcaklığında inkübe edilmiştir. Her uygulamaya ait döllenme oranları, çıkış oranları, deformasyon oranları ve larval yaşama oranları takip edilmiştir.



Şekil 7. Sağım çalışmaları

Kontrol Grupları

Grup Kodu	Döllenme Sonrası Süre (Dakika)	Uygulama Süresi (Dakika)	Basınç (Psi)
K	Kontrol	-	-
KK-1	Kör Kontrol	3	-
KK-2	Kör Kontrol	4	-
KK-3	Kör Kontrol	5	-



Deneme Grupları

Grup Kodu	Döllenme Sonrası Süre (Dakika)	Uygulama Süresi (Dakika)	Basınç (Psi)
40-1	40. dakika	3	9.000
40-2	40. dakika	3	9.500
40-3	40. dakika	3	10.000
40-4	40. dakika	4	9.000
40-5	40. dakika	4	9.500
40-6	40. dakika	4	10.000
40-7	40. dakika	5	9.000
40-8	40. dakika	5	9.500
40-9	40. dakika	5	10.000

Grup Kodu	Döllenme Sonrası Süre (Dakika)	Uygulama Süresi (Dakika)	Basınç (Psi)
45-1	45. dakika	3	9.000
45-2	45. dakika	3	9.500
45-3	45. dakika	3	10.000
45-4	45. dakika	4	9.000
45-5	45. dakika	4	9.500
45-6	45. dakika	4	10.000
45-7	45. dakika	5	9.000
45-8	45. dakika	5	9.500
45-9	45. dakika	5	10.000

Grup Kodu	Döllenme Sonrası Süre (Dakika)	Uygulama Süresi (Dakika)	Basınç (Psi)
50-1	50. dakika	3	9.000
50-2	50. dakika	3	9.500
50-3	50. dakika	3	10.000
50-4	50. dakika	4	9.000
50-5	50. dakika	4	9.500
50-6	50. dakika	4	10.000
50-7	50. dakika	5	9.000
50-8	50. dakika	5	9.500
50-9	50. dakika	5	10.000

Şekil 8. Basınç uygulamalarına ilişkin deneme düzeni

2.5.1. Döllenme Oranının Belirlenmesi

Yumurtaların döllenmesini takiben yaklaşık 10-12 saat sonrasında her gruptan 50 adet yumurta örneklenmiş ve saf su, aseton ve glasiyal asetik asit ile (1:1:1) oranında hazırlanan çözeltide 3-5 dakika bekletilmiştir. Daha sonra mikroskop altında çekirdek bölünmeleri gözlemlenerek çekirdek bölünmesi olan yumurtalar döllenmiş, bölünme görülmeyen yumurtalar ise döllenmemiş olarak kabul edilmiştir (Serezli, 2004).

Döllenme oranı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Döllenme oranı (\%)} = (\text{Döllenmiş yumurta sayısı} / \text{Toplam yumurta sayısı}) \times 100 \quad (1)$$

2.5.2. Çıkış Oranı ve Larval Yaşama Oranının Belirlenmesi

Ölü ve döllenmemiş yumurtalar sağımı takip eden ilk 36 saat (10°C su sıcaklığında) içerisinde pensle toplanarak, sayılmış ve tablolardan uzaklaştırılmıştır. Gözlenme aşamasından sonraki süreçte ölü yumurta ve larvalar ortamdan uzaklaştırılarak kaydedilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda aşağıdaki eşitlikler kullanılarak çıkış oranı ve larval yaşama oranı tespit edilmiştir (Baki, 2006).

$$\text{Çıkış oranı (\%)} = (\text{Canlı yavru sayısı} / \text{Döllenmiş yumurta sayısı}) \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Larval yaşama oranı (\%)} = (\text{Serbest yüzen yavru sayısı} / \text{Keseli yavru sayısı}) \times 100 \quad (3)$$

2.6. Deformasyon Oranının Belirlenmesi

Triploid uygulaması yapılan tüm gruplarda ve kontrol gruplarında yumurtadan çıkıştan itibaren morfolojik gözlemler sonucunda deforme ve ölü larvalar kaydedilerek ortamdan uzaklaştırılmış ve %10'luk alkol içerisinde fikse edilmiştir. Çalışma süresinde elde edilen örnekler mikroskop altında kontrol edilerek, gruplara ait deformasyon oranları belirlenmiştir.

2.7. Triploid Oranının Belirlenmesi

Triploidizasyon uygulaması yapılmış gruplar değerlendirilmiş ve çalışmalarda kullanılabilecek yeter sayıda bireylerin olduğu gruplarda ortalama 5 g ağırlığındaki

yavru balıklardan rastgele üç tekerrürlü olarak onar balıktan (Tablo 5) alınan kanlar temiz lamaların üzerine birer damla damlatılarak froti çekilmiş, 10-15 dakika süresince hava ile muamele edilerek kurumaları sağlanmıştır. Ethanol ile fiksasyonları gerçekleştirilen preparatlar 45 dakika süresince % 15'lik Giemsa ile boyanmıştır. Sonrasında saf su ile yıkanarak 10-15 dakika hava ile kurutulmuş ve ksilen içerisinde 10 dakika tutulmuştur (Şekil 9). Entallan damlatılıp lamel kapatılarak sabitlenen örnekler, mikroskopta 40X büyütmede incelenerek eritrosit hücre major ve minör eksen ve eritrosit çekirdek major ve minör eksen ölçümleri yapılmıştır (Dorafshan vd., 2008; Akhan vd., 2011a; Akhan vd., 2011b).

Tablo 5. Kan preparatlarının hazırlanmasında kullanılan balıklara ait veriler

Gruplar	Boy (cm)	Ağırlık (g)
40-1	8,1±0,1	5,62±0,54
40-6	8,0±0,3	5,49±0,24
45-7	7,7±0,2	5,17±0,45
45-8	8,1±0,1	5,32±0,67
50-3	7,9±0,1	5,23±0,36
50-8	8,0±0,2	5,54±0,33

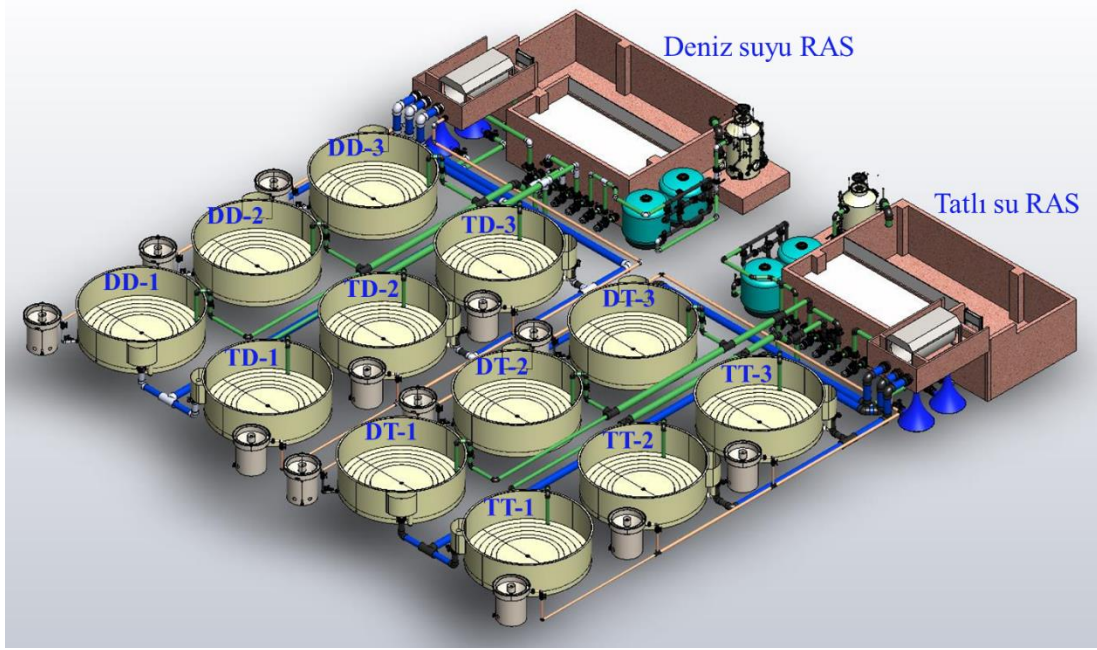
Veriler Ortalama ± SEM olarak verilmiştir.



Şekil 9. Eritrosit boyamalarının yapılması

2.8. Büyüme Performansının Belirlenmesi

Triploid ve diploid bireylerin tatlısu ve deniz suyundaki büyüme performanslarını belirlemek için 3 tekerrürlü 4 grup oluşturulmuştur. Bu gruplar DT (diploid tatlısu), TT (triploid tatlısu), DD (diploid deniz suyu) ve TD (triploid deniz suyu) şeklinde isimlendirilmiştir. 90 gün süren çalışmada iki ayrı RAS kullanılmıştır. Deniz suyu RAS ünitesinde 6 ve tatlısu RAS ünitesinde 6 tank olmak üzere toplam 12 adet 100x100 cm fiberglas tank kullanılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Büyüme performansının belirlenmesi deneme düzeni

Stok yoğunluğu göz önünde bulundurularak her tankta 200 balık olmak üzere ortalama 13 cm ve üzeri boyda ve 24 g ve üzeri ağırlıkta toplam 2.400 adet balık kullanılmıştır. 15 günlük periyotlarda her tanktan rastgele 30 adet balığın boy ve ağırlık ölçümleri, ölçüm cetvelinde ± 1 mm, elektronik terazi ile $\pm 0,01$ g hassasiyetle belirlenmiştir (Tablo 8) (Şekil 11). Ölçümlerden önce balıklar 30 mg/L karanfil yağı kullanılarak bayıltılmıştır (Metin vd., 2015). Balıklar özel bir firma (SÜRSAN Su Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.) tarafından üretilen 3 mm ticari alabalık büyütme yemi (Tablo 4) ile günde iki öğün (09:00-17:00), biyokütlenin %2'si oranında beslenmiştir. Elde edilen veriler sonucunda spesifik büyüme oranı (SBO), kondisyon faktörü (K), yem dönüşüm oranı (YDO) ve yaşama oranı (YO) değerleri aşağıdaki eşitlikler kullanılarak belirlenmiştir (Cho ve Bureau 1998; Korkut vd., 2007; Akhan vd., 2010):

$$SBO = [(\ln(\text{Son ağırlık}) - \ln(\text{İlk ağırlık})) / \text{Gün sayısı}] \times 100 \quad (4)$$

$$K = 100 \times (\text{Balık ağırlığı} / \text{Balık boyu}^3) \quad (5)$$

$$YDO = \text{Tüketilen yem miktarı} / \text{Ağırlık artışı} \quad (6)$$

$$YO = (\text{Son balık sayısı} / \text{Başlangıçtaki balık sayısı}) \times 100 \quad (7)$$



Şekil 11. Boy ve ağırlık ölçümleri

2.9. Smoltifikasyon Takibinin Yapılması

Büyüme performansının belirlenmesi çalışması ile paralel devam eden smoltifikasyon takibi çalışmasında diploid ve triploid grupta (DD, DT, TD ve TT) hemogram ve biyokimyasal kan analizleri yapılarak smoltifikasyon takip edilmiş ve triploidizasyonun smoltifikasyon üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

2.9.1. Hematolojik Kan Parametrelerinin Analizi

Smoltifikasyon takibi çalışmasının 0, 3, 7, 12, 17, 31 ve 52. günlerinde hematolojik analizler için her gruptan rastgele iki balıktan 5 ml'lik steril şırıngalar kullanılarak EDTA tüplerine kan örnekleri alınmış birkaç kez yavaşça alt üst edilmiştir (Şekil 13). Örnekler bekletilmeden soğuk zincir sistemi kullanılarak Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Balık Sağlığı Laboratuvarına nakledilmiş ve hematoloji analiz cihazı (PROKAN PE-6800 VET, Çin) ile ölçümler üç tekerrürlü olacak şekilde yapılmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Otomatik kan sayım cihazı

Okumaları yapılan hemogram parametreleri arasında WBC (beyaz kan hücreleri, $10^3/\mu\text{L}$), LYM (lenfositler, $10^3/\mu\text{L}$), MID (monositler, $10^3/\mu\text{L}$), GRAN (granülositler, $10^3/\mu\text{L}$), RBC (kırmızı kan hücreleri, $10^3/\mu\text{L}$), HGB (hemoglobin, g/dL), HCT (hematokrit, %), MCV (ortalama hücre hacmi, fL), MCH (ortalama hücre hemoglobini, pg), MCHC (ortalama hücre hemoglobin konsantrasyonu, g/dL), PLT (trombosit sayısı, $10^3/\mu\text{L}$), MPV (ortalama trombosit hacmi, fL) ve PDW (trombosit dağılım genişliği, %) yer almıştır.

2.9.2 Biyokimyasal Kan Parametrelerinin Analizi

Çalışmanın 0, 3, 7, 12, 17, 24, 31, 38, 45 ve 52. günlerinde ise biyokimyasal analizler için her gruptan rastgele üç balıktan jelli ve koagülanlı tüplere kan örnekleri alınmıştır (Şekil 13). Alınan kan örnekleri koagüle olmaları için $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 30-45 dk bekletilmiş ve 5.000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilerek serum kısımları ayrılmıştır. Serum kısımlar insülin iğneleri yardımıyla alınarak 1,5 ml lik ependorf tüplerde $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ muhafaza edilmiştir. 52. gün örneklemeinden sonra tüm örnekler soğuk zincir ile özel bir laboratuvara (Teknik Ortopedi Kimya San. Tic. Ltd. Şti. Konya, Türkiye) nakledilmiştir. Burada örneklerin serum kısımlarının plazma iyonları sodyum (Na), klorür (Cl), potasyum (K) ve kalsiyum (Ca), glikoz ve kortizol değerleri analiz edilmiştir. Sodyum, klor ve potasyum elektrolit cihazında iyon seçici elektrolit (ISE) yöntemiyle, kalsiyum ve glikoz biyokimya otoanalizöründe spektrofotometrik yöntemle, kortizol ise hormon analizöründe immunoassay yöntemiyle belirlenmiştir.



Şekil 13. Hematolojik ve biyokimyasal analizler için kan alımı

2.10. Besin Kompozisyonu Analizleri

Büyüme performansının belirlenmesi ve smoltifikasyon takibi çalışmasının 0, 30, 60 ve 90. günlerinde her gruptan (DD, DT, TD ve TT) rastgele 3'er balık, 3 tekerrürlü olarak Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, İşleme Değerlendirme Laboratuvarına getirilmiştir. Balıklar yıkandıktan sonra filetoları çıkarılarak blender ile homojenize edilmiştir. Homojenize örneklerden besin madde ve yağ asidi analizleri için her biri yaklaşık 25-30 g olacak şekilde, amino asit analizleri için ise her biri 5 g olacak şekilde saklama poşetlerine yerleştirildikten sonra analizlerde kullanılmak üzere -80 °C'de muhafaza edilmiştir. Çalışma sonunda tüm gruplardan alınan balıkların kas doku numunelerinde ham protein, ham yağ, ham kül, nem ve kuru madde ve yağ asidi analizleri Gıda Teknolojisi Laboratuvarında yapılmıştır. Amino asit analizleri ise Atatürk Üniversitesi, Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinden (DAYTAM) hizmet alınarak yaptırılmıştır.

2.10.1. Ham Protein Analizi

Protein analizinde kullanılmak üzere homojenize edilen örneklerden yaklaşık $1,0 \pm 0,1$ g örnek, hassas terazide tartılarak Kjeldahl tüplerine konulmuş, üzerine 1 adet katalizör tablet ve 15 ml derişik sülfürik asit (H_2SO_4) eklenerek; yağ yakma ünitesine yerleştirilmiştir. Tüplerin içindeki örnekte berrak saydam renk oluşuncaya kadar 420 °C'de yağ yakma işlemine yaklaşık 2 saat süreyle devam edilmiştir. Yakma işleminin ardından tüpler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmış, soğuyan tüplere 60 mL saf su ve 70 mL % 35'lik NaOH eklenerek distilasyon ünitesine yerleştirilmiştir.

25 mL %4'lük borik asit içeren ve distilasyon ünitesinin çıkışına yerleştirilen dereceli bir erlen içerisinde yaklaşık 5 dakika destilasyon yapılmıştır. Destilat 0,1 N HCl ile titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan HCl miktarı aşağıda verilen formülde yerine konularak, örneğin % N miktarı hesaplanmıştır. Ham protein miktarı ise, elde edilen % N miktarının 6,25 faktörüyle çarpımıyla hesaplanmıştır (AOAC, 1995).

$$\% N = \frac{1,401 \times \text{Titrasyonda harcanan 0,1 N HCl hacmi (ml)} \times \text{Kullanılan HCl'nin normalitesi}}{\text{Kullanılan Örnek Miktarı}} \times 100 \quad (8)$$

$$\% \text{ Ham Protein} = \% N \times 6,25 \quad (9)$$

2.10.2. Ham Yağ Analizi

Ham yağ analizi, soxhlet metodu esas alınarak yapılmıştır. Homojen hale getirilen numuneden 10 g tartılarak ekstraksiyon kartuşuna alınmıştır. Kartuş 105 °C'deki etüvde 2 saat bekletilmiştir. Oda sıcaklığına kadar soğutulan kartuş, ekstraksiyon tüpünün içerisine, sabit tartıma getirilmiş ekstraksiyon balonları ise ekstraksiyon tüpünün altına yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon tüpüne çözücü (dietil eter) koyularak, yaklaşık 2 saat süreyle ekstraksiyon işlemine devam edilmiştir. Ekstraksiyon tamamlandıktan sonra ekstraksiyon balonu 105 °C'deki etüvde 45 dakika bekletilmiştir. Desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulan balonlar tartılmıştır. Ham yağ miktarı % olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (AOAC, 1995).

$$\% \text{ Ham Yağ Miktarı} = \frac{[(\text{Balon} + \text{Yağ})] - \text{Balonun Darası}}{\text{Örnek Miktarı}} \times 100 \quad (10)$$

2.10.3. Ham Kül Analizi

Kül analizleri, Mattissek vd. (1988)'ne göre yapılmıştır. 550 °C'de 1 saat süre ile fırında bekletilerek sabit tartıma getirilen porselen kroze, desikatörde soğutulduktan sonra darası alınmıştır. 1 g örnek tartılan krozeler, kül fırınında 550 °C'de 4-5 saat yakılarak örneğin kül rengine dönmesi sağlandıktan sonra krozeler desikatörde soğutularak tartımı yapılmış ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kül Miktarı} = \frac{[(\text{Kroze dara} + \text{kül}) - \text{Kroze dara}]}{\text{Örnek Miktarı}} \times 100 \quad (11)$$

2.10.4. Nem ve Kuru Madde Analizi

Örneklerin içerdikleri nem oranları ise Ludorff ve Meyer (1973)'e göre tayin edilmiştir. Tartımda kullanılacak olan petri kapları, 105 °C'deki etüvde 2 saat sabit tartıma getirildikten sonra desikatörde 30 dakika kadar soğutulmuş ve boş darası alınmıştır. Sabit tartıma getirilen petrilere 2 gram örnek konularak tartımı yapıldıktan sonra, 105 °C'deki etüvde 3-4 saat bekletildikten sonra yeniden tartılarak sonuçlar aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Nem Miktarı} = \frac{\text{Son tartım} - \text{İlk tartım}}{\text{Örnek Miktarı}} \times 100 \quad (12)$$

$$\% \text{ Kuru Madde} = 100 - \% \text{ Nem} \quad (13)$$

2.10.5. Yağ Asidi Analizi

Yağ asitleri tayini (Ichihara vd. 1996)'ya göre gaz kromatografisi yöntemi ile GC cihazı kullanılarak yapılmıştır. Ekstrakte edilmiş lipitten, yağ asidi metil esterleri, methanol ve n-hekzan içinde 2 N'lık KOH oluşmuş transmetillendirme yöntemi ile hazırlanmıştır. 0,1 g yağ örneği 5 ml'lik tüp içine aktarıldıktan sonra üzerine 2 ml n-hekzan eklenerek yağın çözülmesi sağlanmıştır. Üzerine 0,2 ml 2N metanollü KOH çözeltisi eklenmiştir. 30 saniye süreyle vortekste karıştırıldıktan sonra üst faz berraklaşınca kadar bekletilmiştir. Berraklaşan hekzan çözeltisi, vial şişelere konulmuş ve gaz kromatografisi yöntemi ile kolon sıcaklığı 240 °C, taşıyıcı gazı Helyum (He) (30 mL/dak.) kapiller kolonu Supelco Omega wax 320 (30mx0,32mm), detektör sıcaklığı 250-260 °C, enjeksiyon bloğu sıcaklığı 250 °C olan GC-17 A GC Shimadzu (FID-alev iyonizasyon detektörü) ile yapılmıştır. Toplam gazın akış hızı 50 mL, bölünme oranı 1/25 ve aralık 1 olarak ayarlanmıştır. Çözücü olarak heksan kullanılmış ve her seferinde enjektörle 1 ul numune alınarak cihaz çalıştırılmıştır. Supelco™ 37 Bileşen FAME Mix (Kat. No. 47885-U), standart olarak kullanılmıştır. Sonuçlar, GC alanında yüzde olarak ortalama verilmiştir.

2.10.6. Amino Asit Analizi

Amino asit analizleri için her gruptan üç tekerrürlü olarak 5'er gramlık paketlenen ve -80 °C'de muhafaza edilen örnekler -80 °C'den çıkarılmış ve -110 °C'de

48 saat süre ile liyofilizatörde kurutulmuştur. Kurutulan örnekler kuru numune olarak DAYTAM'a gönderilmiş ve Kromatografi-Kütle Spektrometre Laboratuvarında Agilent 6460 Triple Quadrapole marka LC-MS/MS cihazında kurum içi metod ile örneklerin analizleri hizmet alımı alınarak yaptırılmıştır.

2.11. Etik Beyan ve Destekleyen Kuruluş

Deneyisel çalışmalar, SUMAE Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından etik açıdan onaylanmıştır (28 Ocak 2022 - No.325.04.02-11). Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından TAGEM/HAYSÜD/G/19/A6/P2/2448 proje numarası ile desteklenmiştir.

2.12. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler için Sigmaplot 11 (SYSTAT Software, Inc., Chicago, IL, ABD) ve Microsoft Office Excel 2016 Pro. yazılımları kullanılmıştır. Tüm verilerin normal dağılımı Shapiro-Wilk testi kullanılarak test edilmiştir. Diploid ve triploid eritrosit ölçümlerinin karşılaştırılması t-testi veya verilerin normal frekans dağılımına sahip olmadığı durumlarda Mann-Whitney testi ile analiz edilmiş, büyüme performansı ve smoltifikasyon grupları iki yönlü ANOVA ile karşılaştırılmış ve gruplar arasındaki farklılıklar Duncan'ın Çoklu Aralık testi ile belirlenmiştir ($P < 0,05$).

2.13. Bulgular

2.13.1. Çevresel Parametreler

RAS inkübasyon ünitesinde yumurtaların inkübasyonda ortalama $10,0 \pm 0,50$ °C sıcaklıkta sabitlenen kuluçka suyu kullanılmıştır. Çıkışları gerçekleşen larvaların büyütülmesine RAS tatlısu ünitesinde devam edilmiştir. Üniteye başlangıçta $10,0 \pm 0,50$ °C sıcaklıkta sabitlenen büyütme suyu zamanla 14 °C'ye kadar arttırılmıştır.

Büyüme performansının belirlenmesi ve smoltifikasyon takibi çalışmaları deniz ve tatlısu RAS ünitelerinde gerçekleştirilmiştir. Deniz suyu RAS ünitesinde ortalama su parametreleri; tuzluluk ‰ 18, su sıcaklığı $14,0 \pm 1,50$ °C, pH $7,5 \pm 0,5$ ve çözünmüş oksijen $7,50 \pm 1,50$ mg/L ölçülmüştür. Tatlısu RAS ünitesinde ise ‰ 0 tuzluluk haricindeki diğer su parametreleri (su sıcaklığı, pH ve çözünmüş oksijen)

deniz suyu RAS ünitesiyle aynı seyretmiştir. Her iki sistemde de, amonyak 0,02 mg/L ve nitrit 0,01 mg/L'nin altında ölçülmüştür.

2.13.2. Damızlık Balıklar

Çalışmada 5⁺ yaşta 21 adet dişi ve 3⁺ yaşta 9 adet erkek balık sağılmıştır. Sağımı yapılan dişi ve erkek damızlıkların maksimum-minimum ve ortalama boy-ağırlık verileri, alınan yumurta ve sperm miktarları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Sağımı yapılan damızlıkların ölçümleri

	Dişi	Erkek
Boy (cm)	62,2±4,9 (53,0-72,1)	43±6,7 (37-55)
Ağırlık (g)	4372,24±1518,45 (2591-7963)	1583±821,13 (765-3012)
Yumurta Miktarı (adet/birey)	8295±143 (6430-11245)	-
Yumurta Çapı (mm)	5,2±0,2 (4,7-5,7)	-
Sperm Miktarı (ml/birey)	-	12,7±6,5 (6,2-24,1)

Veriler Ortalama ± SD olarak verilmiştir.

2.13.3. Döllenme, Çıkış, Deformasyon ve Larval Yaşama Oranları

Döllemeden sonra 40, 45 ve 50. dakikalarda 3, 4 ve 5 dk. sürelerince 9.000, 9.500 ve 10.000 psi basınç uygulamaları üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Kontrol ve kör kontrol gruplarıyla birlikte toplam 31 uygulamanın ortalama döllenme, çıkış, deformasyon ve larval yaşama oranları Tablo 7'de verilmiştir.

Her uygulamanın kör kontrolünde basınç uygulaması hariç, döllenmeden sonra yumurtaların basınç sepetlerine konulması, basınç makinesinin bloğuna yerleştirilmesi, uygulama süresi kadar bekletilmesi ve süre sonunda yumurtaların dezenfeksiyon işlemlerinin yapılarak inkübasyon tablalarına yerleştirilmesi gibi diğer tüm işlemler yapılmıştır. Burada amaç kontrol grubuyla kör kontrol grubunu karşılaştırarak elle müdahaleden kaynaklı muhtemel yumurta kayıplarını belirlemek ve basınçtan kaynaklı kayıpları daha belirgin hale getirebilmektir.

En düşük dölleme oranı % 93,33±1,20 ile 45-2 grubunda, en yüksek dölleme oranı ise % 97,67±0,33 ile KK-3 grubunda elde edilmiştir. Dölleme oranları, gruplar arasında istatistiki açıdan farklılık oluşturmamıştır (P>0,05) (Tablo 7).

En yüksek çıkış oranı 92,50±2,75 olarak KK-2 grubunda elde edilirken, en düşük çıkış oranı ise 79,20±3,06 ile 40-6 grubunda elde edilmiştir. Çıkış oranlarında gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,05) (Tablo 7).

En fazla deformasyon oranı 1,23±0,08 ile 50-2 grubunda oluşurken, en az deformasyon oranı 0,20±0,12 ile K grubunda oluşmuştur. Tüm uygulama gruplarında elde edilen deformasyon oranları irdelendiğinde gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önem arz ettiği görülmektedir (P<0,05) (Tablo 7).

En yüksek larval yaşama oranı 94,27±0,93 ile KK-2 grubunda belirlenirken, en düşük larval yaşama oranı 79,00±2,89 ile 40-3 grubunda tespit edilmiştir. Larval yaşama oranlarında gruplar arasında oluşan farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0,05) (Tablo 7).

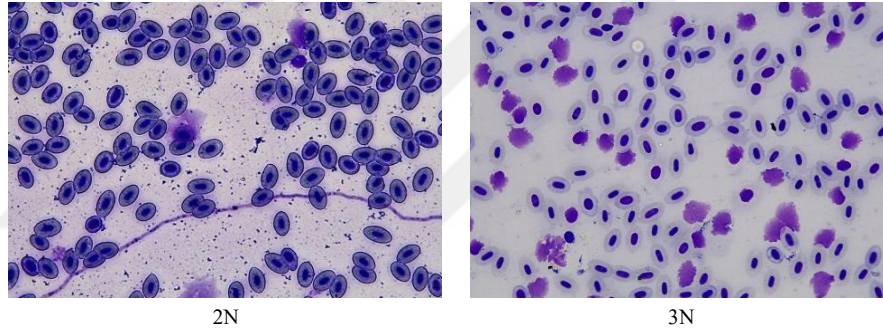
Tablo 7. Grupların Dölleme, Çıkış, Deformasyon ve Larval Yaşama Oranları

Grup Kodu	Dölleme Sonrası Süre (Dakika)	Uygulama Süresi (Dakika)	Basınç (Psi)	Dölleme Oranı (%)	Çıkış Oranı (%)	Deformasyon Oranı (%)	Larval Yaşama Oranı (%)
K	Kontrol	-	-	97,50±0,40	90,33±0,88 ^b	0,20±0,12 ^a	90,00±1,48 ^b
KK-1	Kör Kontrol	3	-	96,40±0,51	92,33±0,82 ^b	0,33±0,09 ^a	92,00±1,15 ^{bc}
KK-2	Kör Kontrol	4	-	95,87±0,69	92,50±2,75 ^b	0,53±0,15 ^a	94,27±0,93 ^c
KK-3	Kör Kontrol	5	-	97,67±0,33	91,43±0,99 ^b	0,73±0,07 ^b	85,30±0,91 ^a
40-1	40. dakika	3	9.000	96,00±0,58	89,00±1,15 ^{ab}	0,73±0,12 ^b	91,40±2,66 ^{bc}
40-2	40. dakika	3	9.500	95,83±0,73	85,33±1,76 ^a	0,90±0,24 ^b	89,50±0,45 ^{ab}
40-3	40. dakika	3	10.000	96,00±1,00	80,00±0,58 ^a	1,15±0,41 ^c	79,00±2,89 ^a
40-4	40. dakika	4	9.000	95,17±1,01	90,67±1,33 ^b	0,70±0,24 ^b	91,60±0,91 ^{bc}
40-5	40. dakika	4	9.500	96,00±1,53	85,17±1,30 ^a	0,33±0,03 ^a	93,30±1,15 ^c
40-6	40. dakika	4	10.000	94,13±1,49	79,20±3,06 ^a	1,13±0,42 ^c	87,00±1,73 ^{ab}
40-7	40. dakika	5	9.000	94,67±1,86	85,23±2,26 ^a	0,70±0,27 ^b	88,20±0,76 ^{ab}
40-8	40. dakika	5	9.500	96,40±0,95	88,17±1,17 ^{ab}	0,83±0,20 ^b	82,23±1,11 ^a
40-9	40. dakika	5	10.000	95,20±0,99	89,00±1,16 ^{ab}	1,00±0,25 ^{bc}	85,00±0,58 ^a
45-1	45. dakika	3	9.000	95,60±1,92	91,27±0,98 ^b	0,30±0,00 ^a	92,30±1,59 ^{bc}
45-2	45. dakika	3	9.500	93,33±1,20	87,30±1,59 ^{ab}	0,63±0,18 ^{ab}	85,40±2,66 ^a
45-3	45. dakika	3	10.000	97,00±0,58	80,27±1,39 ^a	0,46±0,02 ^a	88,30±1,56 ^{ab}
45-4	45. dakika	4	9.000	96,33±0,88	89,23±2,68 ^{ab}	0,83±0,11 ^b	82,27±0,93 ^a
45-5	45. dakika	4	9.500	96,47±0,74	86,63±2,75 ^{ab}	0,95±0,05 ^{bc}	89,00±2,31 ^{bc}
45-6	45. dakika	4	10.000	95,67±1,86	80,00±2,31 ^a	0,73±0,32 ^b	83,30±0,90 ^a
45-7	45. dakika	5	9.000	94,73±0,93	85,13±2,19 ^a	0,65±0,15 ^b	90,20±1,01 ^b
45-8	45. dakika	5	9.500	97,00±0,00	82,27±1,51 ^a	0,30±0,12 ^a	79,13±0,61 ^a
45-9	45. dakika	5	10.000	95,33±1,76	79,27±1,05 ^a	0,93±0,09 ^b	88,50±1,37 ^{ab}
50-1	50. dakika	3	9.000	96,13±0,94	89,00±2,31 ^{ab}	0,50±0,15 ^a	87,40±1,31 ^a
50-2	50. dakika	3	9.500	95,50±1,26	89,30±1,19 ^{ab}	1,23±0,08 ^c	90,00±0,57 ^b
50-3	50. dakika	3	10.000	96,33±0,33	82,27±0,37 ^a	1,10±0,17 ^c	91,40±1,66 ^{bc}
50-4	50. dakika	4	9.000	96,00±0,57	87,17±3,32 ^{ab}	0,43±0,19 ^a	90,20±2,74 ^b
50-5	50. dakika	4	9.500	95,83±1,42	82,40±2,26 ^a	0,80±0,29 ^b	88,37±2,29 ^{ab}
50-6	50. dakika	4	10.000	96,50±0,87	85,07±1,18 ^a	1,03±0,22 ^{bc}	79,17±1,01 ^a
50-7	50. dakika	5	9.000	96,17±1,36	83,30±2,90 ^a	0,73±0,09 ^b	87,00±1,73 ^a
50-8	50. dakika	5	9.500	96,67±0,67	90,23±2,22 ^b	0,93±0,26 ^b	92,33±0,33 ^{bc}
50-9	50. dakika	5	10.000	96,33±1,20	85,00±1,73 ^a	0,73±0,19 ^b	85,40±2,11 ^a

Aynı sütundaki sayılar üzerindeki farklı harfler gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir (P<0,05). Tüm parametreler ortalama (±SEM) olarak verilmiştir.

2.13.4. Triploid Oranın Belirlenmesi

Smoltifikasyon ve büyüme çalışmalarında kullanılmak üzere en fazla yaşayan gruplardan triploidizasyon oranı belirlenmiştir. Triploidizasyon uygulaması yapılan gruplarda ortalama ağırlığı $5,39 \pm 0,43$ g ($5,17-5,62$) olan yavrulardan kan alınarak, eritrositler ve eritrosit çekirdek ölçümleri yapılmıştır. Triploid gruplarda eritrosit verileri daha büyük bulunmuş ve sonuçlar Tablo 8’de verilmiştir. Eritrositlerin ortalama uzunluk ve genişliği diploidlerde sırasıyla $15,39 \pm 0,52$ μm ve $8,66 \pm 0,16$ μm bulunmuştur. Triploidlerde ise; ortalama eritrosit uzunluğu $20,31 \pm 0,38$ μm ölçülürken, genişlik olarak $11,77 \pm 0,39$ μm kaydedilmiştir. Çekirdek uzunluğu ve genişliği diploidlerde sırasıyla $7,19 \pm 0,27$ μm ve $3,98 \pm 0,42$ μm , triploidlerde $9,23 \pm 0,25$ μm ve $4,69 \pm 0,37$ μm olarak ölçülmüştür (Tablo 8). Tüm değerlerde diploid ve triploidler arasında fark önemli bulunmuştur ($P < 0,05$).



Şekil 14. Diploid ve triploid kan hücrelerinin görüntüsü

Tablo 8. Triploid ve diploid bireylerde eritrosit ve çekirdek ölçümleri

	Triploid	Diploid	Oran (T/D)
Eritrosit uzunluk (μm)	$20,31 \pm 0,38$	$15,39 \pm 0,52$	1,32
Eritrosit genişlik (μm)	$11,77 \pm 0,39$	$8,66 \pm 0,16$	1,36
Çekirdek uzunluk (μm)	$9,23 \pm 0,25$	$7,19 \pm 0,27$	1,28
Çekirdek genişlik (μm)	$4,69 \pm 0,37$	$3,98 \pm 0,42$	1,18

Veriler Ortalama $\pm$ SEM olarak verilmiştir.

%100 triploid oranı elde edilen gruplar arasında 50-3 ve 50-8 grupları yer almıştır. Her iki grupta da döllenmeden sonra 50. dakikada yüksek basınç uygulaması yapılmıştır. 50-3 grubunda 10.000 psi basınç 3 dk. süreyle uygulanırken, 50-8 grubunda 9.500 psi basınç 5 dk. süresince uygulanmıştır. Uygulama zamanları dikkate alındığında döllenmeden sonra geçen süre azaldıkça triploid oranında azalma tespit edilmiştir (Tablo 9).

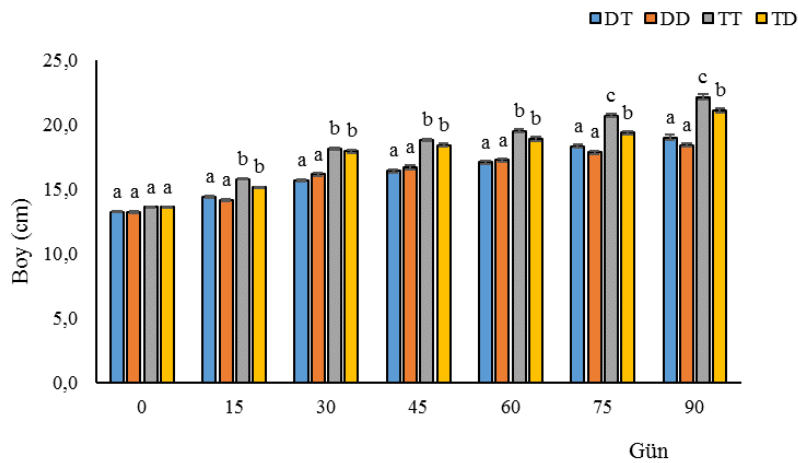
Tablo 9. Grupların triploid oranları

Gruplar	Uygulama Zamanı	Uygulama Süresi (dk)	Uygulanan Basınç Miktarı (psi)	Triploid Oranı (%)
40-1	Döllemmeden sonra 40. dakika	3	9.000	60±5,0
40-6	Döllemmeden sonra 40. dakika	4	10.000	70±3,0
45-7	Döllemmeden sonra 45. dakika	5	9.000	75±5,0
45-8	Döllemmeden sonra 45. dakika	5	9.500	75±4,0
50-3	Döllemmeden sonra 50. dakika	3	10.000	100±0,0
50-8	Döllemmeden sonra 50. dakika	5	9.500	100±0,0

Veriler Ortalama ± SD olarak verilmiştir.

2.13.5. Büyüme Performansı

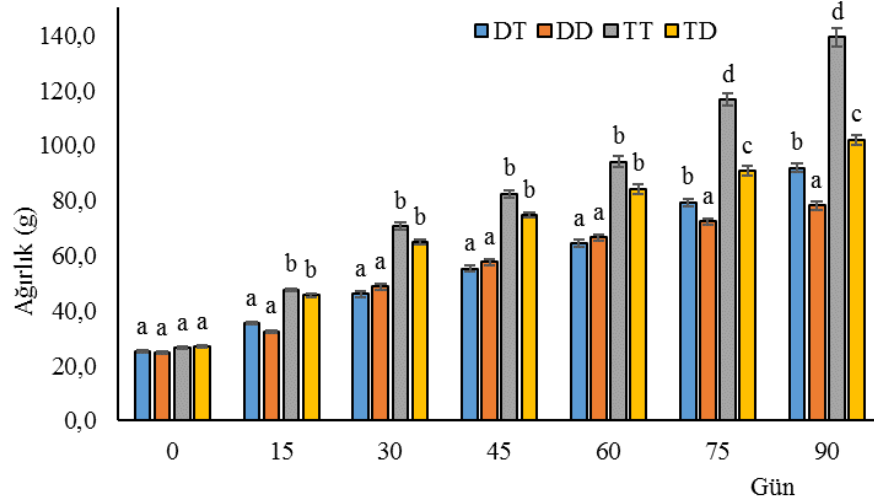
Gruplara ait tüm veriler ve istatistikler değerlendirildiğinde tatlısu ve deniz suyu koşullarında diploid ve triploid Karadeniz alabalıklarının büyüme parametreleri arasında anlamlı farkların olduğu görülmüştür ($P<0,05$). Tatlısuda diploid balıklar ortalama $13,25\pm0,06$ cm başlangıç boyundan $18,99\pm0,19$ cm final boya ulaşırken, triploid balıklar $13,60\pm0,06$ cm başlangıç boyundan $22,10\pm0,21$ cm final boya ulaşmışlardır. Deniz suyunda ise $13,22\pm0,06$ cm başlangıç boyuna sahip diploid bireyler çalışma sonunda $18,40\pm0,11$ cm ortalama boya ulaşırken, triploid bireyler $13,60\pm0,05$ cm ilk boydan $21,09\pm0,17$ cm final boya erişmişlerdir ($P<0,05$) (Şekil 15) (Tablo 10).



DT: Diploid tatlısu, DD: Diploid deniz suyu, TT: Triploid tatlısu, TD: Triploid deniz suyu grupları.
Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P<0,05$).

Şekil 15. Diploid ve triploid gruplarda boyca büyüme

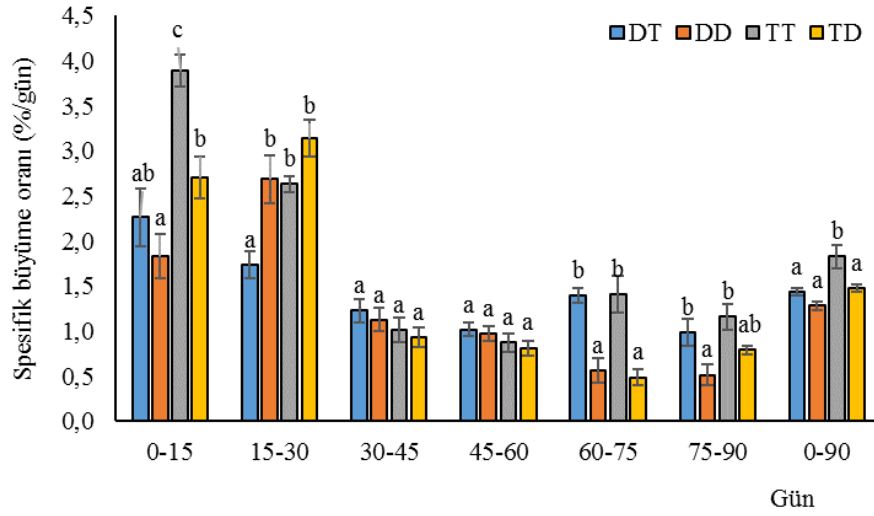
Grupların ağırlık artışı olarak büyüme performansları değerlendirildiğinde çalışma başlangıcında ortalama başlangıç ağırlığı $26,60 \pm 0,45$ ve $27,01 \pm 0,32$ g olan triploid tatlısu ve deniz suyu grupları çalışma sonunda sırasıyla $139,32 \pm 3,35$ ve $102,08 \pm 1,79$ grama ulaşmışlardır. Başlangıç ağırlıkları ortalama $25,21 \pm 0,51$ ve $24,63 \pm 0,49$ g olan diploid gruplarda ise final ağırlık sırasıyla $91,89 \pm 1,69$ ve $78,11 \pm 1,42$ g belirlenmiştir. Triploid gruplar diploid gruplara kıyasla her iki su ortamında da daha fazla boy ve ağırlık artışı gösterirken en fazla ağırlık artışı triploid tatlısu grubunda gerçekleşmiştir. Diploid ve triploid gruplar tatlısu ve deniz suyunda kendi arasında değerlendirildiğinde ise, her iki grup da tatlısuda daha üstün bir büyüme performansı göstermiştir ($P < 0,05$) (Şekil 16) (Tablo 10).



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 16. Diploid ve triploid gruplarda ağırlıkça büyüme

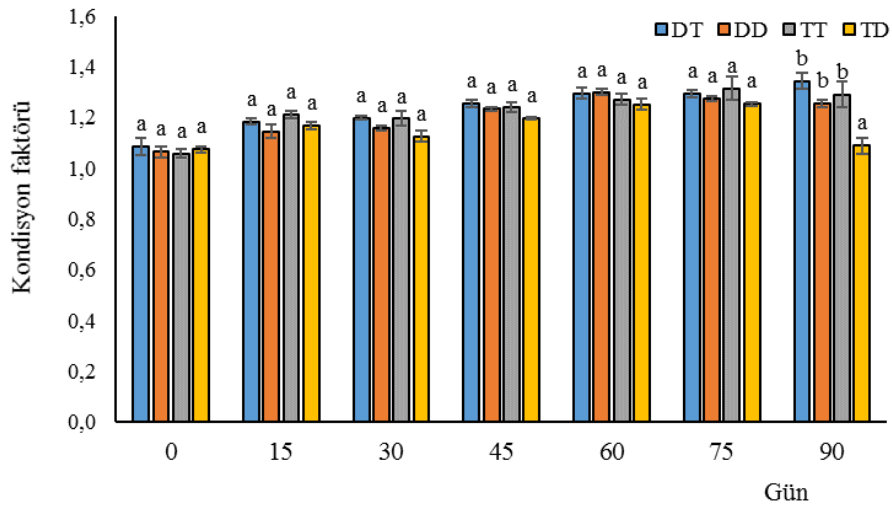
Diploid grupların tatlısu ve deniz suyundaki spesifik büyüme oranları (SBO) sırasıyla $1,44 \pm 0,05$ ve $1,28 \pm 0,05$ bulunurken triploid gruplarda bu değerler tatlısuda $1,84 \pm 0,13$ deniz suyunda $1,48 \pm 0,04$ olarak belirlenmiştir. En yüksek oran triploid tatlısu grubunda elde edilmiştir. Grupların SBO değerlerinin gruplar arasındaki farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < 0,05$) (Şekil 17) (Tablo 10).



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P<0,05$).

Şekil 17. Diploid ve triploid gruplarda ağırlıkça spesifik büyüme

Çalışma sonunda en yüksek kondisyon faktörü (KF) değeri $1,34\pm0,03$ ile diploid tatlısu grubunda belirlenirken, en düşük KF değeri $1,09\pm0,03$ ile triploid deniz suyu grubunda elde edilmiştir. DD, DT ve TT gruplarında KF değerleri istatistiki olarak benzer bulunmuşken ($P>0,05$), TD grubunda farklılık göstermiştir ($P<0,05$) (Şekil 18) (Tablo 10).



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P<0,05$).

Şekil 18. Diploid ve triploid gruplarda kondisyon faktörü değişimi

Yem dönüşüm oranı (YDO) değerlerinin gruplar arasında farklılığı istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). YDO değerleri arasında istatistiksel fark olmamasına rağmen triploid gruplarda diploid gruplardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Gruplar arasında en yüksek yaşama oranı (YO) triploid grupların tatlısu grubunda % 100 olarak elde edilmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. Tatlısu ve deniz suyundaki diploid ve triploid grupların büyüme performansı verileri

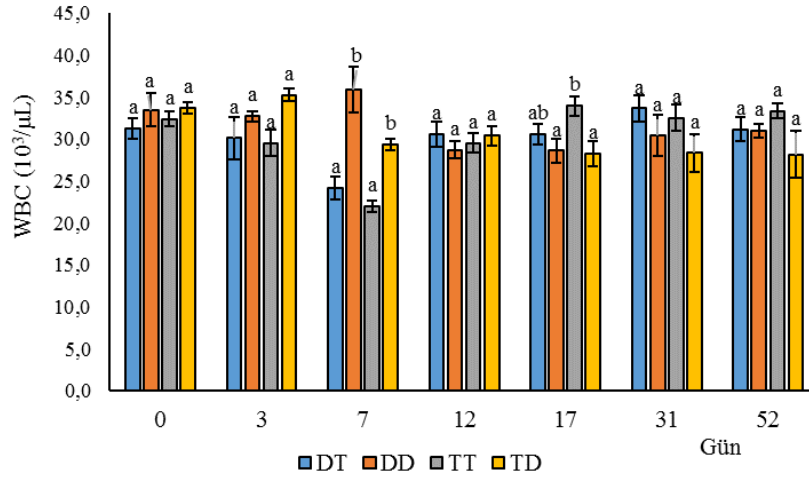
Parametreler	Diploid		Triploid	
	Tatlısu	Deniz suyu	Tatlısu	Deniz suyu
L_i (cm)	13,25±0,06 ^a	13,22±0,06 ^a	13,60±0,06 ^a	13,60±0,05 ^a
L_s (cm)	18,99±0,19 ^a	18,40±0,11 ^a	22,10±0,21 ^c	21,09±0,17 ^b
W_i (g)	25,21±0,51 ^a	24,63±0,49 ^a	26,60±0,45 ^a	27,01±0,32 ^a
W_s (g)	91,89±1,69 ^b	78,11±1,42 ^a	139,32±3,35 ^d	102,08±1,79 ^c
SBO	1,44±0,05 ^a	1,28±0,05 ^a	1,84±0,13 ^b	1,48±0,04 ^a
KF	1,34±0,03 ^b	1,25±0,01 ^b	1,29±0,05 ^b	1,09±0,03 ^a
YDO	0,99±0,02 ^a	1,06±0,01 ^a	0,99±0,03 ^a	0,99±0,02 ^a
YO (%)	95,33±4,67	90,68±2,44	100±0,00	96,33±1,89

Aynı satırdaki üst simge harfleri gruplar arasındaki anlamlı farklılıkları temsil etmektedir ($P<0,05$). Tüm parametreler ortalama ($\pm$ SEM) olarak verilmiştir. L_i : başlangıç uzunluğu, L_s : son uzunluk W_i : başlangıç ağırlığı, W_s : son ağırlık, SBO: spesifik büyüme oranı, KF: kondisyon faktörü, YDO: yem değerlendirme oranı, YO: yaşama oranı.

2.13.6. Kan Parametreleri ve Smoltifikasyon

Deniz suyuna adaptasyon başarısının belirlenmesi ve kan hemogram değerlerindeki farklılığı araştırmak amacıyla 0, 3, 7, 12, 17, 31, 38 ve 52. günlerinde hemogram, 0, 3, 7, 12, 17, 24, 31, 38, 45 ve 52. günlerde ise kortizol, glikoz, Ca, Cl, Na ve K analizleri yapılmıştır. Kan parametrelerinden WBC, LYM, MID, GRAN, RBC, HGB, HCT ölçünlerine ait değerler Tablo 11’de, MCV, MCH, MCHC, PLT, MPV ve PDW ölçümlerine ait değerler Tablo 12’de verilmiştir. Gruplar kendi içinde ve ortamlar arası karşılaştırıldığında balıkların genel sağlık durumları hakkında fikir sahibi olunabilir (Fazio, 2019).

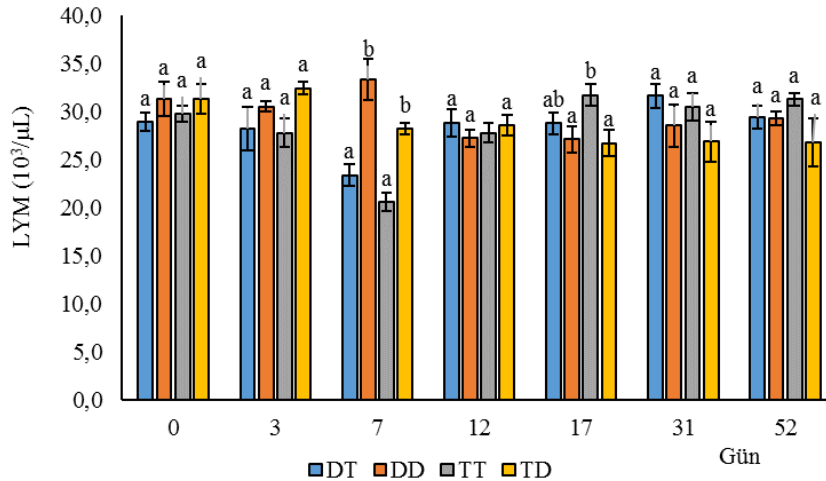
Çalışma boyunca WBC değerinin en yüksek değeri 35,90±2,73 ile DD grubunda en düşük değeri ise 21,97±0,64 ile TT grubunda çalışmanın 7. gününde elde edilmiştir ve gruplar arasında istatistiki fark önemli bulunmuştur ($P<0,05$). WBC değerleri çalışmanın 17. gününde de gruplar arasında istatistiki fark oluştururken ($P<0,05$), diğer günler benzerlik göstermiştir ($P>0,05$) (Şekil 19) (Tablo 11).



DT: Diploid tatlısu, DD: Diploid deniz suyu, TT: Triploid tatlısu, TD: Triploid deniz suyu grupları. Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P<0,05$).

Şekil 19. Beyaz kan hücresi (WBC) değerleri

En yüksek LYM değeri 7. günde $33,30\pm 2,14$ ile DD grubunda belirlenirken, aynı günde TT grubunda $20,57\pm 0,92$ ile en düşük değeri tespit edilmiştir. 7 ve 17. günler haricindeki diğer günlerde gruplar arasındaki farklılıklar istatistikî açıdan önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$) (Şekil 20) (Tablo 11).

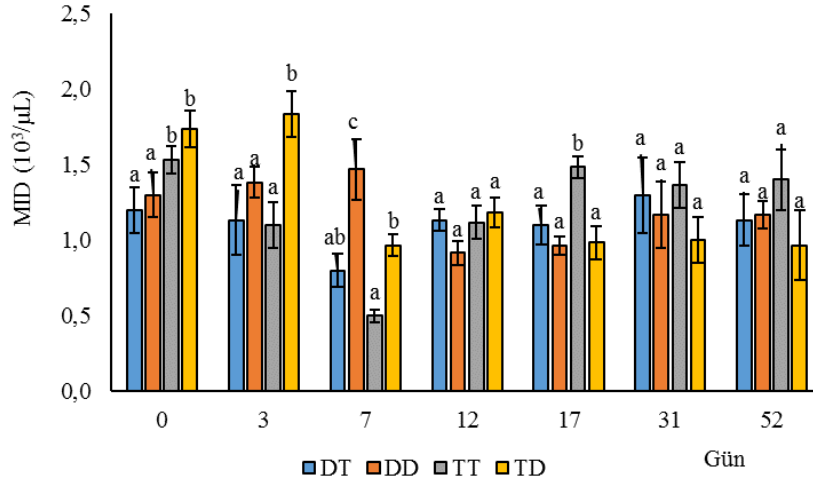


Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P<0,05$).

Şekil 20. Lenfosit (LYM) değerleri

Maksimum MID değerine çalışmanın 3. gününde $1,83\pm 0,15$ ile TD grubunda ulaşılırken, minimum değeri 7. günde $0,50\pm 0,04$ ile TT grubunda kaydedilmiştir.

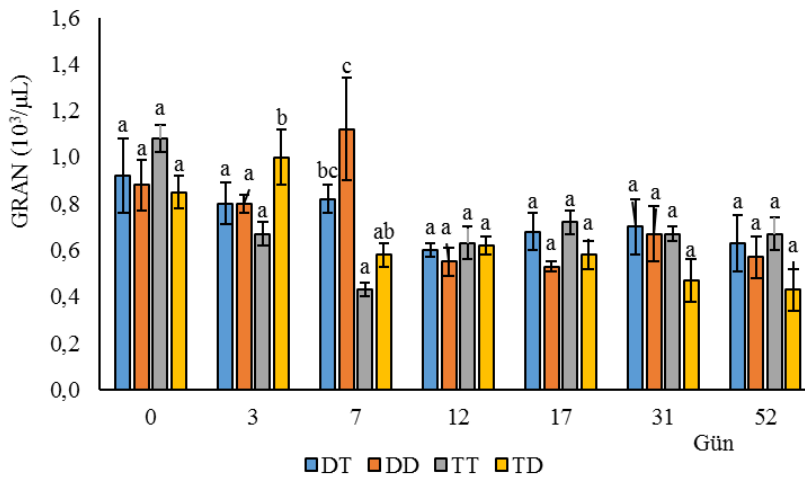
Çalışmanın 0, 3, 7 ve 17. günlerindeki gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($P<0,05$), diğer günlerde benzerlik göstermiştir ($P>0,05$) (Şekil 21) (Tablo 11).



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P<0,05$).

Şekil 21. Monosit (MID) değerleri

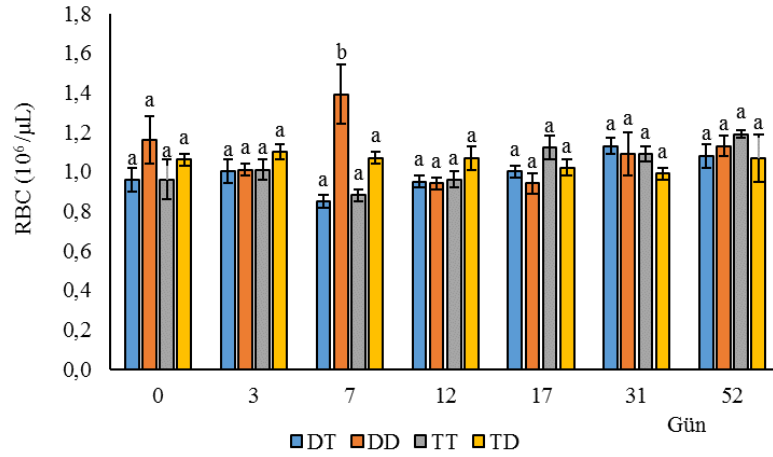
Çalışmanın 7. gününde maksimum ve minimum değerleri sırasıyla DD grubunda $1,12\pm0,22$ ve TT grubunda $0,43\pm0,03$ olarak belirlenen GRAN değerleri, 3 ve 7. günlerde istatistiki önem arz ederken ($P<0,05$), diğer günlerde gruplar arasında benzerlik göstermiştir ($P>0,05$) (Şekil 22) (Tablo 11).



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P<0,05$).

Şekil 22. Granülosit (GRAN) değerleri

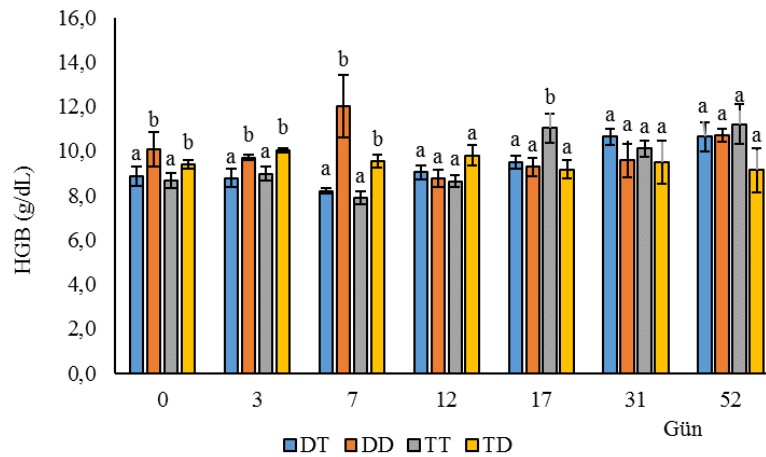
Çalışmanın 7. gününde $1,39 \pm 0,15$ ile en yüksek RBC değeri DD grubunda, $0,85 \pm 0,03$ ile en düşük değeri DT grubunda tespit edilmiştir. RBC değerleri çalışmanın sadece 7. gününde istatistiki olarak farklılık göstermiş ($P < 0,05$), diğer günlerde istatistiki önem arz etmemiştir ($P > 0,05$) (Şekil 23) (Tablo 11).



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 23. Kırmızı kan hücresi (RBC) değerleri

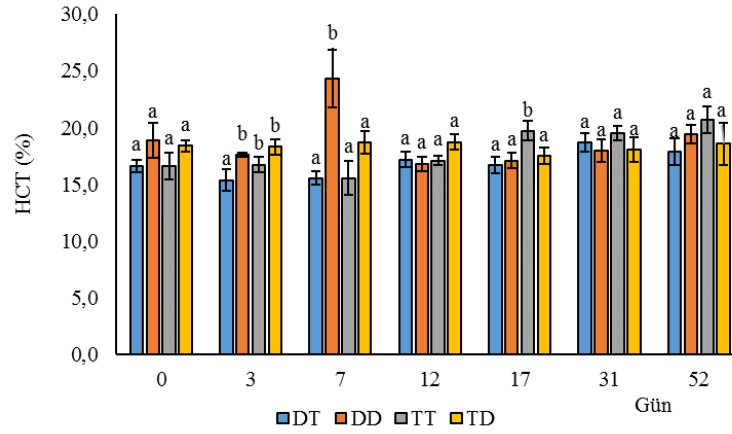
Maksimum HGB değerine çalışmanın 7. gününde $12,02 \pm 1,41$ ile DD grubunda ulaşılırken, minimum değeri aynı gün $7,88 \pm 0,28$ ile TT grubunda belirlenmiştir. HGB değerleri 0, 3, 7 ve 17. günlerde gruplar arasında istatistiksel farklar oluştururken ($P < 0,05$), diğer günlerde benzerlik göstermiştir ($P > 0,05$) (Şekil 24) (Tablo 11).



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 24. Hemogloblin (HGB) değerleri

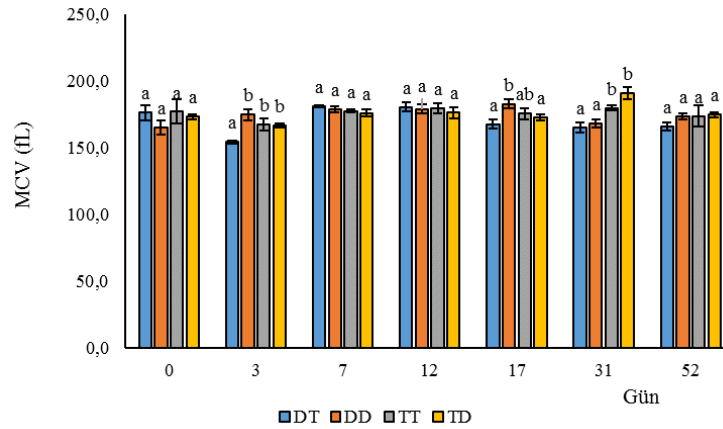
Çalışmanın 7. gününde $24,35 \pm 2,54$ ile en yüksek HCT değerine DD grubunda, en düşük değerine ise $15,37 \pm 0,94$ ile DT grubunda ulaşılmıştır. HCT değerleri 3, 7 ve 17. günler haricinde diğer günlerde gruplar arasında benzerlik göstermiştir ($P > 0,05$) (Şekil 25) (Tablo 11).



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 25. Hematokrit (HCT) değerleri

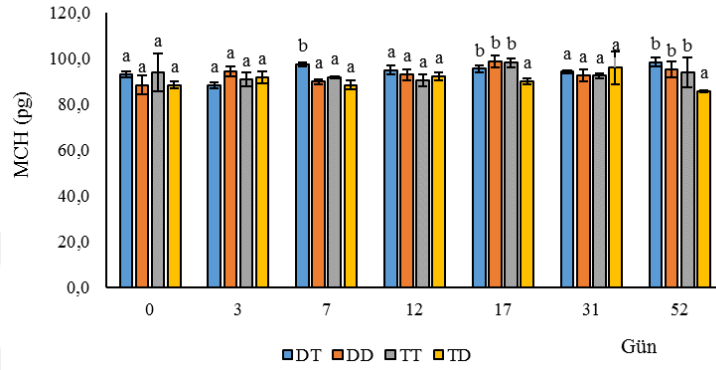
Çalışmanın 31. gününde TD grubunda $190,63 \pm 4,72$ ile maksimum değerine ulaşan MCV değerlerinin minimum değeri 3. günde DT grubunda $154,40 \pm 1,14$ olarak belirlenmiştir. 3, 17 ve 31. günlerde gruplar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunurken ($P < 0,05$), diğer günlerde önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$) (Şekil 26) (Tablo 12).



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 26. Ortalama hücre hacmi (MCV) değerleri

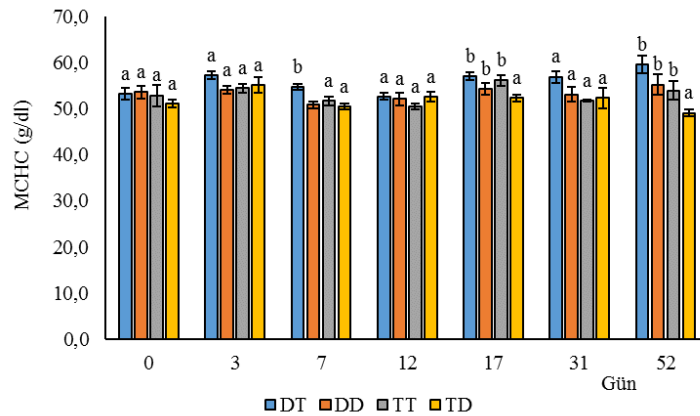
En yüksek MCH değeri $98,77 \pm 2,58$ ile 17. günde DD grubunda, en düşük değeri $85,60 \pm 0,31$ olarak 52. günde TD grubunda kaydedilmiştir. MCH değerleri gruplar arasında 7, 17 ve 52. günlerde istatistiki açıdan farklılık gösterirken ($P < 0,05$), diğer günlerde benzerlik göstermiştir ($P > 0,05$) (Şekil 27) (Tablo 12).



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 27. Ortalama hücre hemoglobini (MCH) değerleri

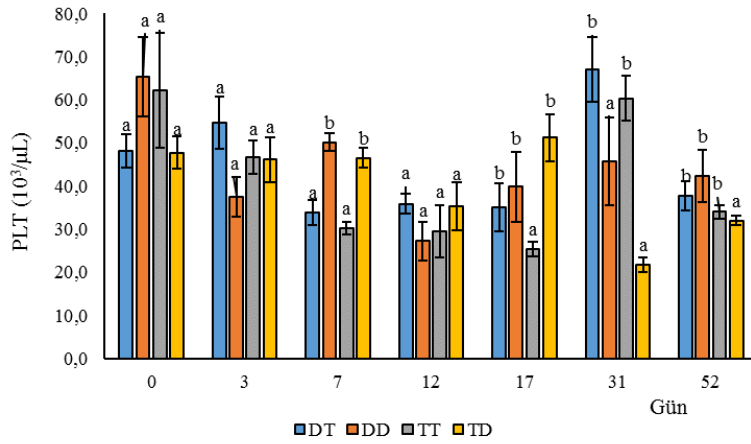
Çalışma süresince en yüksek MCHC değerine, 52. günde $59,57 \pm 1,98$ ile DT grubunda ulaşılırken, aynı gün $49,07 \pm 0,75$ ile TD grubunda en düşük değeri belirlenmiştir. MCHC değerlerinin 7, 17 ve 52. günlerdeki gruplar arasındaki farklılıkları istatistiki açıdan önem arz ederken ($P < 0,05$), diğer günlerdeki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$) (Şekil 28) (Tablo 12).



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 28. Ortalama hücre hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) değerleri

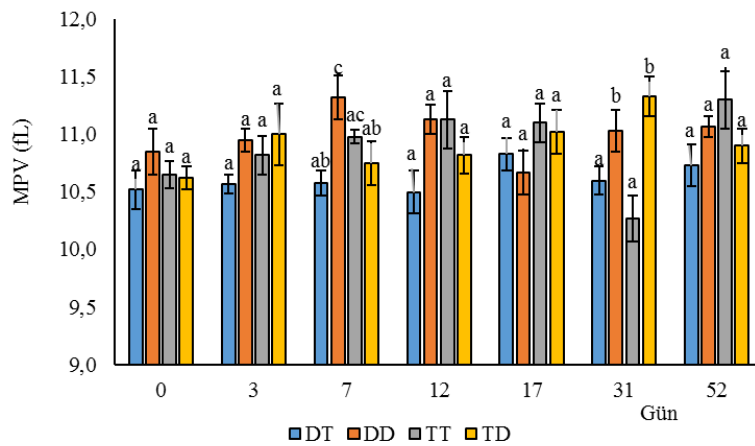
PLT değerleri çalışmanın 31. gününde maksimum ve minimum değerleri sırasıyla DT grubunda $67,00 \pm 7,61$ ve TD grubunda $21,67 \pm 1,76$ olarak belirlenmiştir. Gruplar arasındaki istatistiki fark 7, 17, 31 ve 52. günlerde önemli bulunurken ($P < 0,05$), diğer günlerde önemsiz olarak bulunmuştur ($P > 0,05$) (Şekil 29) (Tablo 12).



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 29. Trombosit (PLT) değerleri

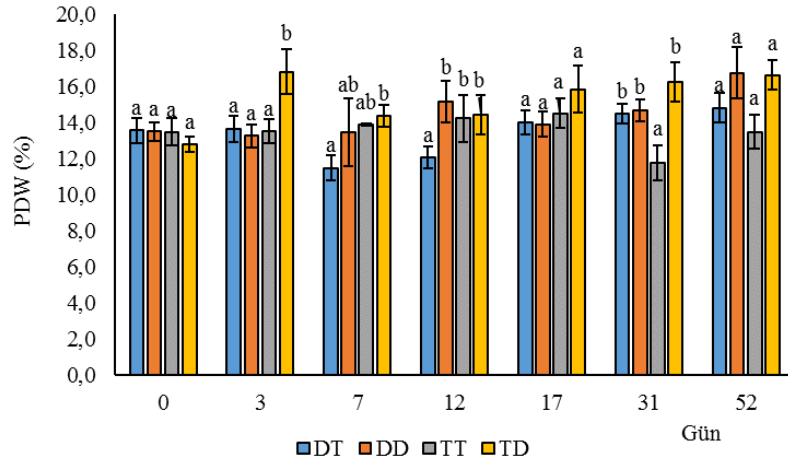
MPV değerleri çalışmanın sadece 7 ve 31. günlerinde istatistiki olarak farklılık göstermiş ($P < 0,05$), diğer günlerde istatistiki önem arz etmemiştir ($P > 0,05$). Çalışmanın 31. gününde $11,33 \pm 0,17$ ile TD grubunda en yüksek değeri, 12. gününde $10,50 \pm 0,19$ ile DT grubunda en düşük değeri tespit edilmiştir (Şekil 30) (Tablo 12).



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 30. Ortalama trombosit hacmi (MPV) değerleri

Çalışmanın 3. gününde TD grubunda $16,83 \pm 1,26$ ile maksimum değerine ulaşan PDW değerlerinin minimum değeri 7. günde DT grubunda $11,50 \pm 0,71$ olarak belirlenmiştir. Gruplar arasındaki istatistiki fark 3, 7, 12 ve 31. günlerde önemli bulunurken ($P < 0,05$), diğer günlerde önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$) (Şekil 31) (Tablo 12).



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 31. Trombosit dağılım genişliği (PDW) değerleri

Tablo 11. Diploid ve triploid grupların tatlısu ve deniz suyundaki WBC, LYM, MID, GRAN, RBC, HGB, HCT değerleri

Gün	Gruplar	Kan Parametreleri						
		WBC (10 ³ /μL)	LYM (10 ³ /μL)	MID (10 ³ /μL)	GRAN (10 ³ /μL)	RBC (10 ⁶ /μL)	HGB (g/dL)	HCT (%)
0.	DT	31,22±1,22 ^a	28,93±0,96 ^a	1,20±0,15 ^a	0,92±0,16 ^a	0,96±0,06 ^a	8,87±0,43 ^a	16,62±0,57 ^a
	DD	33,48±1,97 ^a	31,30±1,77 ^a	1,30±0,15 ^a	0,88±0,11 ^a	1,16±0,12 ^a	10,08±0,78 ^b	18,88±1,54 ^a
	TT	32,37±0,91 ^a	29,75±0,80 ^a	1,53±0,09 ^b	1,08±0,06 ^a	0,96±0,10 ^a	8,67±0,35 ^a	16,62±1,16 ^a
	TD	33,73±0,67 ^a	31,30±0,58 ^a	1,73±0,12 ^b	0,85±0,07 ^a	1,06±0,03 ^a	9,38±0,19 ^b	18,38±0,50 ^a
3.	DT	30,10±2,56 ^a	28,17±2,27 ^a	1,13±0,23 ^a	0,80±0,09 ^a	1,00±0,06 ^a	8,77±0,41 ^a	15,37±0,94 ^a
	DD	32,70±0,61 ^a	30,52±0,56 ^a	1,38±0,10 ^a	0,80±0,04 ^a	1,01±0,03 ^a	9,70±0,13 ^b	17,60±0,19 ^b
	TT	29,53±1,63 ^a	27,77±1,49 ^a	1,10±0,15 ^a	0,67±0,05 ^a	1,01±0,05 ^a	8,97±0,33 ^a	16,73±0,67 ^b
	TD	35,25±0,74 ^a	32,42±0,69 ^a	1,83±0,15 ^b	1,00±0,12 ^b	1,10±0,04 ^a	10,03±0,10 ^b	18,30±0,66 ^b
7.	DT	24,12±1,38 ^a	23,38±1,12 ^a	0,80±0,11 ^{ab}	0,82±0,06 ^{bc}	0,85±0,03 ^a	8,20±0,11 ^a	15,52±0,59 ^a
	DD	35,90±2,73 ^b	33,30±2,14 ^b	1,47±0,20 ^c	1,12±0,22 ^c	1,39±0,15 ^b	12,02±1,41 ^b	24,35±2,54 ^b
	TT	21,97±0,64 ^a	20,57±0,92 ^a	0,50±0,04 ^a	0,43±0,03 ^a	0,88±0,03 ^a	7,88±0,28 ^a	15,53±0,41 ^a
	TD	29,33±0,70 ^b	28,20±0,62 ^b	0,97±0,07 ^b	0,58±0,05 ^{ab}	1,07±0,03 ^a	9,53±0,30 ^b	18,68±0,41 ^a
12.	DT	30,57±1,47 ^a	28,83±1,41 ^a	1,13±0,07 ^a	0,60±0,03 ^a	0,95±0,03 ^a	9,03±0,31 ^a	17,18±0,71 ^a
	DD	28,68±0,99 ^a	27,22±0,86 ^a	0,92±0,08 ^a	0,55±0,06 ^a	0,94±0,03 ^a	8,77±0,40 ^a	16,82±0,64 ^a
	TT	29,53±1,18 ^a	27,78±1,04 ^a	1,12±0,11 ^a	0,63±0,07 ^a	0,96±0,04 ^a	8,63±0,27 ^a	17,10±0,41 ^a
	TD	30,37±1,15 ^a	28,57±1,02 ^a	1,18±0,10 ^a	0,62±0,04 ^a	1,07±0,06 ^a	9,80±0,45 ^a	18,72±0,70 ^a
17.	DT	30,55±1,26 ^{ab}	28,75±1,08 ^{ab}	1,10±0,13 ^a	0,68±0,08 ^a	1,00±0,03 ^a	9,50±0,28 ^a	16,68±0,72 ^a
	DD	28,58±1,46 ^a	27,08±1,40 ^a	0,97±0,06 ^a	0,53±0,02 ^a	0,94±0,05 ^a	9,28±0,42 ^a	17,10±0,67 ^a
	TT	33,92±1,18 ^b	31,72±1,08 ^b	1,48±0,07 ^b	0,72±0,05 ^a	1,12±0,06 ^a	11,02±0,65 ^b	19,70±0,87 ^b
	TD	28,28±1,52 ^a	26,72±1,35 ^a	0,98±0,11 ^a	0,58±0,06 ^a	1,02±0,04 ^a	9,17±0,41 ^a	17,52±0,73 ^a
31.	DT	33,63±1,59 ^a	31,63±1,23 ^a	1,30±0,25 ^a	0,70±0,12 ^a	1,13±0,04 ^a	10,63±0,35 ^a	18,70±0,85 ^a
	DD	30,37±2,46 ^a	28,53±2,17 ^a	1,17±0,22 ^a	0,67±0,12 ^a	1,09±0,11 ^a	9,57±0,75 ^a	17,97±0,96 ^a
	TT	32,50±1,59 ^a	30,47±1,42 ^a	1,37±0,15 ^a	0,67±0,03 ^a	1,09±0,04 ^a	10,10±0,35 ^a	19,50±0,64 ^a
	TD	28,33±2,28 ^a	26,87±2,05 ^a	1,00±0,15 ^a	0,47±0,09 ^a	0,99±0,03 ^a	9,50±0,97 ^a	18,07±1,08 ^a
52.	DT	31,17±1,45 ^a	29,40±1,19 ^a	1,13±0,17 ^a	0,63±0,12 ^a	1,08±0,06 ^a	10,63±0,64 ^a	17,87±1,14 ^a
	DD	31,00±0,81 ^a	29,27±0,75 ^a	1,17±0,09 ^a	0,57±0,09 ^a	1,13±0,05 ^a	10,70±0,30 ^a	19,43±0,79 ^a
	TT	33,33±0,88 ^a	31,27±0,69 ^a	1,40±0,20 ^a	0,67±0,07 ^a	1,19±0,02 ^a	11,20±0,91 ^a	20,70±1,21 ^a
	TD	28,17±2,84 ^a	26,77±2,53 ^a	0,97±0,23 ^a	0,43±0,09 ^a	1,07±0,12 ^a	9,13±1,01 ^a	18,57±1,89 ^a

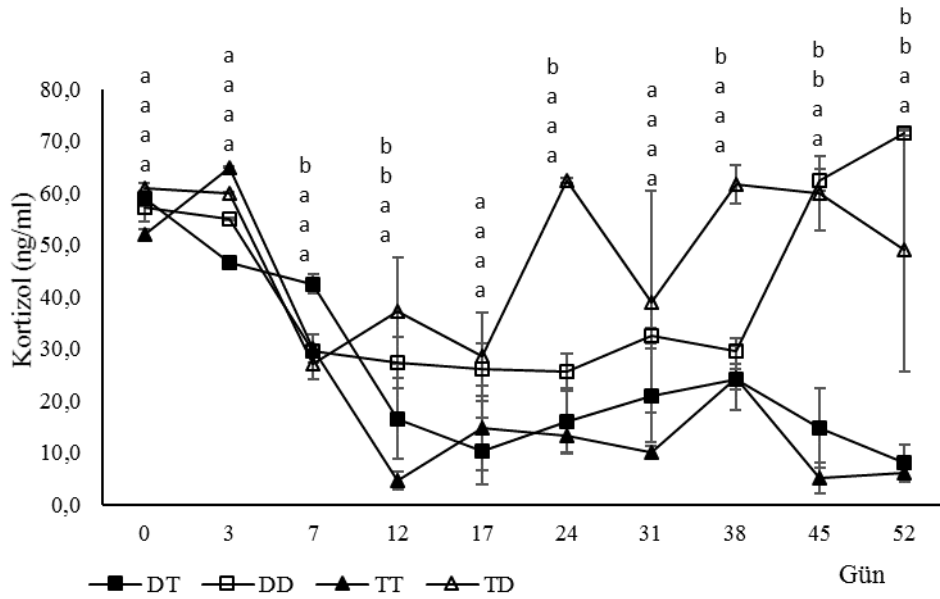
Aynı sütundaki sayılar üzerindeki farklı harfler gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir (P<0,05). Tüm parametreler ortalama (±SEM) olarak verilmiştir. DT: Diploid tatlısu, DD: Diploid deniz suyu, TT: Triploid tatlısu, TD: Triploid deniz suyu, WBC: Beyaz kan hücreleri, LYM: Lenfositler, MID: Monositler, GRAN: Granülositler, RBC: Kırmızı kan hücreleri, HGB: Hemogloblin, HCT: Hematokrit

Tablo 12. Diploid ve triploid grupların tatlısu ve deniz suyundaki MCV, MCH, MCHC, PLT, MPV, PDW değerleri

Gün	Gruplar	Kan Parametreleri					
		MCV (fL)	MCH (pg)	MCHC (g/dL)	PLT (10 ³ /μL)	MPV (fL)	PDW (%)
0.	DT	176,18±5,45 ^a	93,08±1,24 ^a	53,23±1,21 ^a	48,17±3,89 ^a	10,52±0,17 ^a	13,57±0,68 ^a
	DD	165,00±5,34 ^a	88,33±4,12 ^a	53,55±1,34 ^a	65,33±9,19 ^a	10,85±0,20 ^a	13,52±0,51 ^a
	TT	176,87±9,04 ^a	93,92±8,32 ^a	52,88±2,33 ^a	62,17±13,28 ^a	10,65±0,12 ^a	13,48±0,76 ^a
	TD	173,18±2,05 ^a	88,33±1,59 ^a	51,08±0,77 ^a	47,67±3,78 ^a	10,62±0,10 ^a	12,80±0,41 ^a
3.	DT	154,40±1,14 ^a	88,07±1,20 ^a	57,25±0,87 ^a	54,67±6,03 ^a	10,57±0,08 ^a	13,68±0,73 ^a
	DD	174,67±4,09 ^b	94,20±2,12 ^a	54,08±0,82 ^a	37,50±2,64 ^a	10,95±0,10 ^a	13,27±0,63 ^a
	TT	167,38±4,51 ^b	90,87±3,04 ^a	54,45±0,99 ^a	46,67±2,78 ^a	10,82±0,17 ^a	13,53±0,68 ^a
	TD	166,90±1,47 ^b	91,62±2,69 ^a	55,07±1,69 ^a	46,17±5,20 ^a	11,00±0,27 ^a	16,83±1,26 ^b
7.	DT	181,18±0,87 ^a	97,17±0,91 ^b	54,68±0,66 ^b	33,83±2,90 ^a	10,58±0,11 ^{ab}	11,50±0,71 ^a
	DD	178,75±2,08 ^a	89,85±1,08 ^a	50,83±0,77 ^a	50,17±2,04 ^b	11,32±0,19 ^c	13,47±1,86 ^{ab}
	TT	177,38±0,98 ^a	91,53±0,54 ^a	51,65±0,91 ^a	30,17±1,45 ^a	10,98±0,06 ^{ac}	13,90±0,07 ^{ab}
	TD	175,87±2,54 ^a	88,30±2,04 ^a	50,43±0,57 ^a	46,50±2,26 ^b	10,75±0,19 ^{ab}	14,38±0,60 ^b
12.	DT	180,42±3,41 ^a	94,72±1,93 ^a	52,62±0,76 ^a	35,83±2,24 ^a	10,50±0,19 ^a	12,08±0,61 ^a
	DD	179,00±3,24 ^a	92,80±2,34 ^a	52,10±1,41 ^a	27,17±4,38 ^a	11,13±0,13 ^a	15,18±1,16 ^b
	TT	179,47±3,99 ^a	90,27±2,63 ^a	50,40±0,62 ^a	29,50±5,98 ^a	11,13±0,25 ^a	14,25±1,30 ^b
	TD	176,17±4,28 ^a	92,22±1,78 ^a	52,55±1,05 ^a	35,17±5,56 ^a	10,82±0,16 ^a	14,43±1,10 ^b
17.	DT	167,68±3,29 ^a	95,37±1,54 ^b	57,07±0,87 ^b	35,00±5,55 ^b	10,83±0,14 ^a	14,03±0,68 ^a
	DD	182,83±3,34 ^b	98,77±2,58 ^b	54,22±1,26 ^b	39,83±8,11 ^b	10,67±0,13 ^a	13,90±0,70 ^a
	TT	175,43±3,94 ^{ab}	98,02±2,09 ^b	56,08±1,09 ^b	25,33±1,69 ^a	11,10±0,14 ^a	14,52±0,82 ^a
	TD	172,38±2,35 ^s	89,80±1,27 ^a	52,27±0,74 ^a	51,17±5,46 ^b	11,02±0,19 ^a	15,85±1,29 ^a
31.	DT	164,93±3,93 ^a	94,07±0,72 ^a	56,90±1,27 ^a	67,00±7,61 ^b	10,60±0,12 ^a	14,50±0,56 ^b
	DD	168,03±3,09 ^a	92,47±2,57 ^a	53,07±1,54 ^a	45,67±10,11 ^a	11,03±0,18 ^b	14,70±0,60 ^b
	TT	179,57±1,99 ^b	92,33±1,14 ^a	51,73±0,30 ^a	60,33±5,15 ^b	10,27±0,20 ^a	11,77±0,99 ^a
	TD	190,63±4,72 ^b	95,90±7,17 ^a	52,30±2,16 ^a	21,67±1,76 ^a	11,33±0,17 ^b	16,23±1,09 ^b
52.	DT	165,80±3,30 ^a	98,37±1,81 ^b	59,57±1,98 ^b	37,67±3,33 ^b	10,73±0,18 ^a	14,83±0,80 ^a
	DD	173,23±2,15 ^a	95,13±3,50 ^b	55,17±2,27 ^b	42,33±6,01 ^b	11,07±0,09 ^a	16,77±1,43 ^a
	TT	173,60±8,01 ^a	93,63±6,55 ^b	53,93±1,97 ^b	34,00±5,51 ^b	11,30±0,25 ^a	13,50±0,96 ^a
	TD	174,77±2,04 ^a	85,60±0,31 ^a	49,07±0,75 ^a	32,00±3,06 ^a	10,90±0,15 ^a	16,63±0,82 ^a

Aynı sütundaki sayılar üzerindeki farklı harfler gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir (P<0,05). Tüm parametreler ortalama (±SEM) olarak verilmiştir. DT: Diploid tatlısu, DD: Diploid deniz suyu, TT: Triploid tatlısu, TD: Triploid deniz suyu, MCV: Ortalama hücre hacmi, MCH: Ortalama hücre hemoglobini, MCHC: Ortalama hücre hemoglobin konsantrasyonu, PLT: Trombosit sayısı, MPV: Ortalama trombosit hacmi, PDW: Trombosit dağılım genişliği

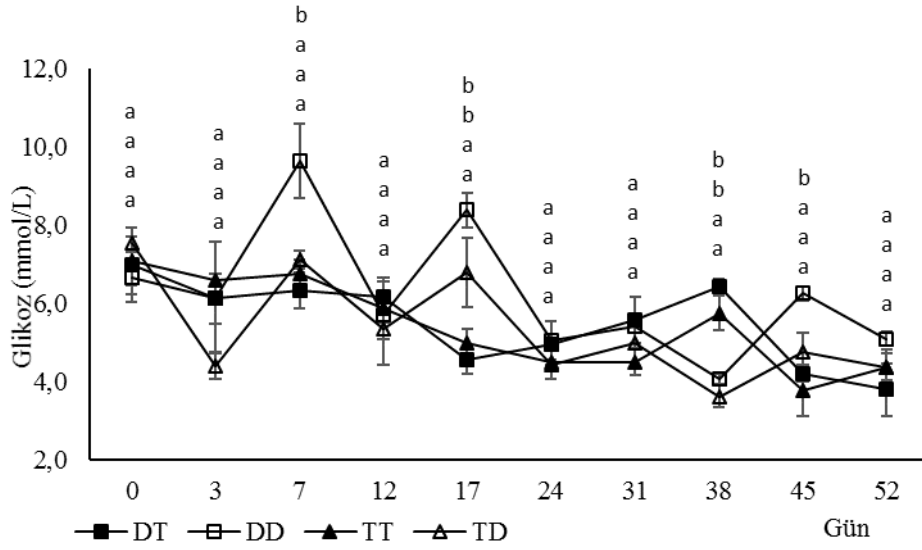
Stresin en önemli göstergelerinden biri olan kortizol, kan serumundaki glikoz, Ca, Cl, Na ve K değerleri Tablo 13'te ve Şekil 31, 32, 33, 34, 35 ve 36'da verilmiştir. Kortizol seviyeleri 0. günde tüm gruplarda $52,00 \pm 1,00$ ile $61,00 \pm 0,80$ ng/ml arasında değişmiştir. Yedinci günden sonra, tatlısu gruplarında deniz suyu gruplarına kıyasla daha düşük seviyeler görülmüştür. Deniz suyu ve tatlısu arasındaki değişim çalışmanın sonuna kadar devam etmiştir ($P < 0,05$) (Şekil 32) (Tablo 13).



DT: Diploid tatlısu, DD: Diploid deniz suyu, TT: Triploid tatlısu, TD: Triploid deniz suyu grupları.
Çubuklar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 32. Kortizol seviyeleri

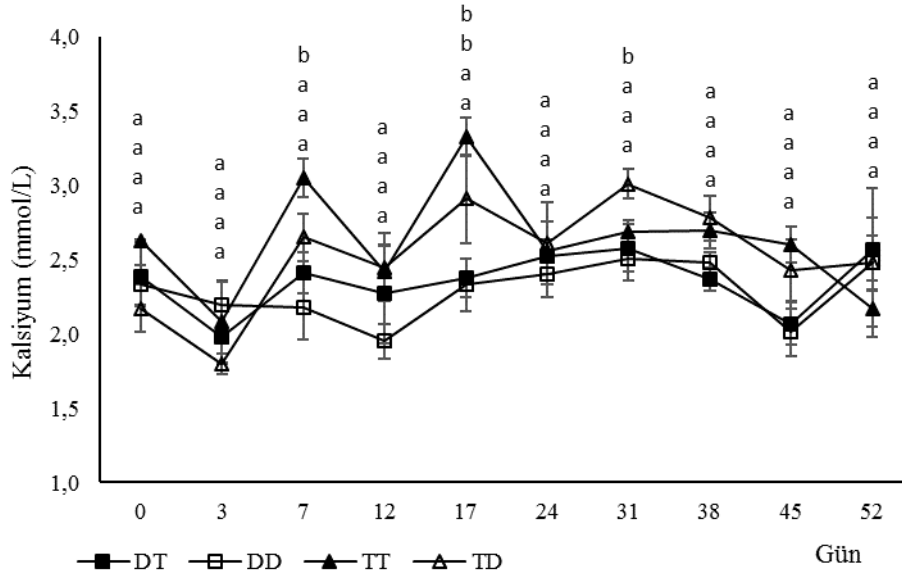
En yüksek glikoz seviyesi 7. günde diploid deniz suyu grubunda ($9,64 \pm 0,94$ mmol/L) kaydedilirken, en düşük seviye 38. günde triploid deniz suyu grubunda ($3,61 \pm 0,28$ mmol/L) gözlenmiştir. 7. günde diploid deniz suyu grubu, 17. ve 38. günlerde diploid ve triploid deniz suyu ve tatlısu grupları ve 45. günde diploid deniz suyu grubu istatistiksel farklılıklar göstermiştir ($P < 0,05$) (Şekil 33) (Tablo 13).



Çubuklar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 33. Serum glikoz seviyeleri

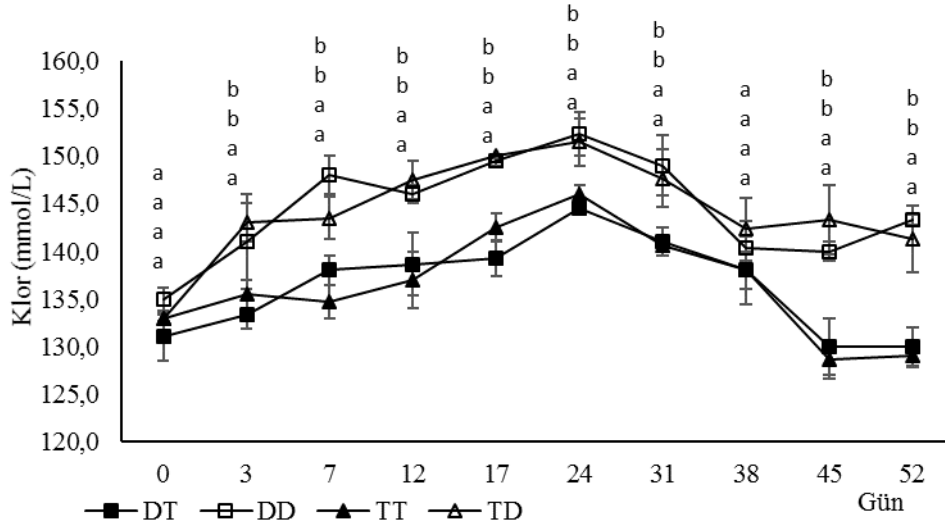
Kalsiyum (Ca) değerleri çalışma süresi boyunca dalgalanmalar gösterirken, çalışmanın 17. gününde triploid tatlısu grubunda $3,33 \pm 0,13$ mmol/L olarak maksimum değerine ulaşmış ve 7, 17 ve 31. günlerde istatistiksel farklılık göstermiştir ($P < 0,05$) (Şekil 34) (Tablo 13).



Çubuklar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 34. Serum kalsiyum (Ca) seviyeleri

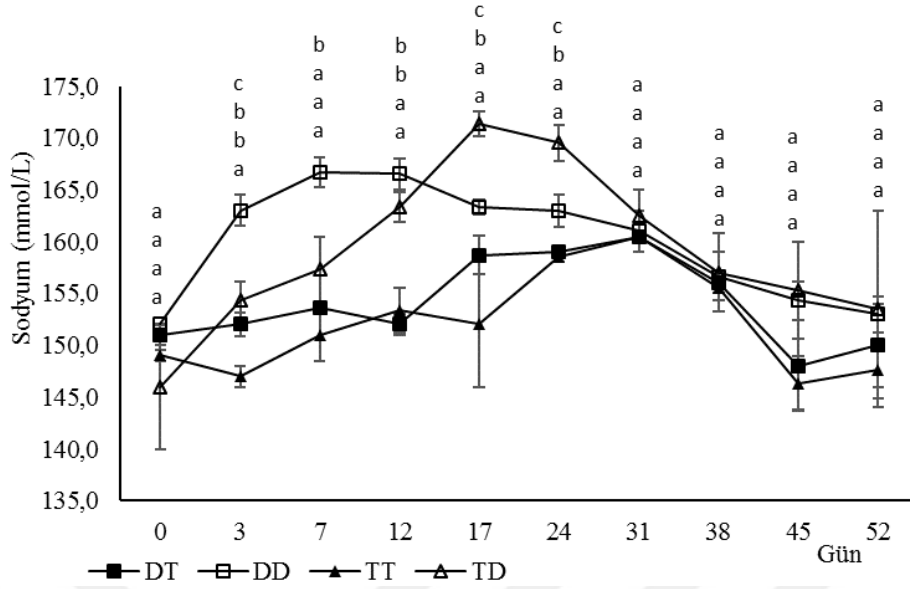
Klor (Cl) değerleri 0. ve 38. günler hariç deniz suyu gruplarında tatlısu gruplarına göre daha yüksek değerler göstermiştir. En yüksek değeri ($152,33 \pm 2,33$ mmol/L) çalışmanın 24. gününde diploid deniz suyu grubunda ölçülürken, en düşük değer ise ($128,67 \pm 2,03$ mmol/L) çalışmanın 45. gününde yine diploid deniz suyu grubunda ölçülmüştür ($P < 0,05$) (Şekil 35) (Tablo 13).



Çubuklar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 35. Serum klor (Cl) seviyeleri

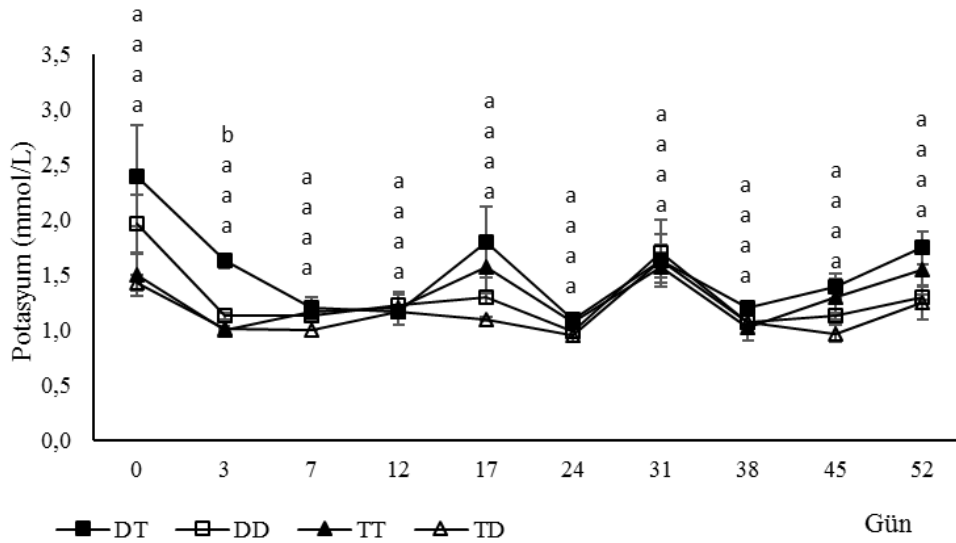
Smoltifikasyonun önemli göstergelerinden biri olan Sodyum (Na) değerleri 3. ve 24. günler arasında beklenildiği üzere deniz suyu gruplarında daha yüksek bulunmuştur ($P < 0,05$). Diploid deniz suyu grubunda en yüksek Na değeri çalışmanın 7. gününde $166,67 \pm 1,45$ mmol/L iken, triploid deniz suyu grubunda ise en yüksek sodyum değeri 17. günde $171,33 \pm 1,20$ mmol/L olmuştur (Şekil 36) (Tablo 13).



Çubuklar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P<0,05$).

Şekil 36. Serum sodyum (Na) seviyeleri

Potasyum (K) değerleri çalışmanın 3. gününde gruplar arasında istatistiki fark oluştururken ($P<0,05$), diğer günlerde tüm gruplar arasında benzerlik göstermiştir ($P>0,05$). Diploid deniz suyu grubunda 0. günde $1,97\pm0,26$ mmol/L ölçülen K değeri çalışmanın 52. gününde $1,30\pm0,02$ mmol/L ölçülmüştür. Triploid deniz suyu grubunda ise bu değerler $1,43\pm0,07$ ile $1,25\pm0,15$ mmol/L arasında tespit edilmiştir (Şekil 37) (Tablo 13).



Çubuklar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P<0,05$).

Şekil 37. Serum potasyum (K) seviyeleri

Tablo 13. Diploid ve triploid grupların tatlısu ve deniz suyundaki kortizol, glikoz, kalsiyum, klor, sodyum ve potasyum değerleri

Gün	Gruplar	Kan Parametreleri					
		Kortizol (ng/ml)	Glikoz (mmol/L)	Kalsiyum (mmol/L)	Klor (mmol/L)	Sodyum (mmol/L)	Potasyum (mmol/L)
0.	DT	59,00±1,47 ^a	6,97±0,74 ^a	2,39±0,20 ^a	131±2,52 ^a	151±1,00 ^a	2,40±0,46 ^a
	DD	57,30±2,75 ^a	6,66±0,64 ^a	2,33±0,13 ^a	135±1,20 ^a	152±0,08 ^a	1,97±0,26 ^a
	TT	52,00±1,00 ^a	7,09±0,63 ^a	2,63±0,01 ^a	133±0,33 ^a	149±0,57 ^a	1,50±0,19 ^a
	TD	61,00±0,80 ^a	7,55±0,39 ^a	2,17±0,16 ^a	133±0,35 ^a	146±6,00 ^a	1,43±0,07 ^a
3.	DT	46,67±0,65 ^a	6,13±0,64 ^a	1,98±0,17 ^a	133,3±1,52 ^a	152±1,16 ^b	1,63±0,07 ^b
	DD	55,00±0,35 ^a	6,14±1,42 ^a	2,20±0,15 ^a	141±5,00 ^b	163±1,53 ^c	1,13±0,03 ^a
	TT	65,00±0,09 ^a	6,60±0,16 ^a	2,08±0,28 ^a	135,5±1,50 ^a	147±1,00 ^a	1,00±0,01 ^a
	TD	60,00±0,18 ^a	4,40±0,34 ^a	1,80±0,07 ^a	143±2,00 ^b	154,33±1,86 ^b	1,01±0,03 ^a
7.	DT	42,50±1,87 ^b	6,33±0,47 ^a	2,41±0,14 ^a	138±1,50 ^a	153,67±0,33 ^a	1,20±0,10 ^a
	DD	29,50±1,10 ^a	9,64±0,94 ^b	2,18±0,22 ^a	148±1,99 ^b	166,67±1,45 ^b	1,13±0,03 ^a
	TT	30,00±2,67 ^a	6,75±0,38 ^a	3,05±0,13 ^b	134,67±1,76 ^a	151±2,52 ^a	1,17±0,07 ^a
	TD	27,00±2,80 ^a	7,12±0,24 ^a	2,65±0,16 ^a	143,5±2,23 ^b	157,33±3,17 ^a	1,00±0,00 ^a
12.	DT	16,50±7,77 ^a	6,18±0,37 ^a	2,27±0,33 ^a	138,67±3,33 ^a	152±1,00 ^a	1,17±0,03 ^a
	DD	27,33±5,01 ^b	5,70±0,18 ^a	1,95±0,12 ^a	146±1,00 ^b	166,5±1,50 ^b	1,23±0,09 ^a
	TT	4,67±1,76 ^a	5,88±0,79 ^a	2,42±0,17 ^a	137±3,01 ^a	153,33±2,17 ^a	1,20±0,15 ^a
	TD	37,33±10,20 ^b	5,35±0,92 ^a	2,45±0,23 ^a	147,5±2,05 ^b	163,33±1,40 ^b	1,17±0,12 ^a
17.	DT	10,33±6,36 ^a	4,55±0,36 ^a	2,38±0,13 ^a	139,33±1,88 ^a	158,67±1,88 ^a	1,80±0,32 ^a
	DD	26,00±5,00 ^a	8,38±0,45 ^b	2,33±0,18 ^a	149,5±0,50 ^b	163,33±0,73 ^b	1,30±0,06 ^a
	TT	14,67±8,09 ^a	4,97±0,37 ^a	3,33±0,13 ^b	142,5±1,50 ^a	152±6,04 ^a	1,57±0,23 ^a
	TD	28,50±8,50 ^a	6,79±0,88 ^a	2,91±0,30 ^b	150±0,20 ^b	171,33±1,20 ^c	1,10±0,02 ^a
24.	DT	16,00±6,00 ^a	4,94±0,14 ^a	2,52±0,12 ^a	144,5±0,50 ^a	159±0,58 ^a	1,10±0,06 ^a
	DD	25,67±3,33 ^a	5,05±0,50 ^a	2,40±0,15 ^a	152,33±2,33 ^b	163±1,56 ^b	0,99±0,06 ^a
	TT	13,33±3,48 ^a	4,49±0,05 ^a	2,56±0,20 ^a	146±1,00 ^a	158,5±0,50 ^a	1,07±0,03 ^a
	TD	62,33±0,50 ^b	4,44±0,36 ^a	2,61±0,28 ^a	151,5±2,50 ^b	169,5±1,70 ^c	0,95±0,05 ^a
31.	DT	21,00±9,07 ^a	5,57±0,58 ^a	2,58±0,16 ^a	141±1,52 ^a	160,5±0,50 ^a	1,63±0,24 ^a
	DD	32,50±1,50 ^a	5,42±0,18 ^a	2,51±0,15 ^a	149±3,18 ^b	161±2,00 ^a	1,70±0,30 ^a
	TT	10,00±1,32 ^a	4,50±0,34 ^a	2,69±0,08 ^a	140,67±0,77 ^a	160,5±0,15 ^a	1,57±0,14 ^a
	TD	39,00±21,39 ^a	5,00±0,66 ^a	3,01±0,10 ^b	147,67±3,03 ^b	162,5±2,50 ^a	1,63±0,15 ^a
38.	DT	24,00±1,97 ^a	6,44±0,17 ^b	2,37±0,08 ^a	138±2,00 ^a	156±1,00 ^a	1,20±0,00 ^a
	DD	29,50±2,50 ^a	4,07±0,13 ^a	2,48±0,07 ^a	140,33±2,91 ^a	156,66±2,33 ^a	1,07±0,07 ^a
	TT	24,33±6,23 ^a	5,75±0,44 ^b	2,70±0,12 ^a	138±3,51 ^a	155,5±0,50 ^a	1,03±0,12 ^a
	TD	61,67±3,67 ^b	3,61±0,28 ^a	2,78±0,15 ^a	142,33±3,28 ^a	157±3,78 ^a	1,07±0,06 ^a
45.	DT	14,67±7,69 ^a	4,20±0,19 ^a	2,07±0,14 ^a	130±2,91 ^a	148±4,36 ^a	1,40±0,11 ^a
	DD	62,50±2,19 ^b	6,25±0,18 ^b	2,01±0,16 ^a	140±1,00 ^b	154,33±1,86 ^a	1,13±0,03 ^a
	TT	5,00±3,00 ^a	3,77±0,67 ^a	2,60±0,12 ^a	128,67±2,03 ^a	146,33±2,60 ^a	1,30±0,17 ^a
	TD	60,00±7,14 ^b	4,75±0,51 ^a	2,43±0,21 ^a	143,33±3,67 ^b	155,33±4,67 ^a	0,97±0,08 ^a
52.	DT	8,00±3,61 ^a	3,79±0,67 ^a	2,57±0,21 ^a	130±2,00 ^a	150±4,00 ^a	1,75±0,15 ^a
	DD	71,50±0,51 ^b	5,09±0,18 ^a	2,48±0,18 ^a	143,33±0,50 ^b	153±1,73 ^a	1,30±0,02 ^a
	TT	6,00±1,00 ^a	4,37±0,35 ^a	2,17±0,12 ^a	129±1,16 ^a	147,67±2,85 ^a	1,55±0,14 ^a
	TD	49,00±23,38 ^b	4,37±0,45 ^a	2,48±0,50 ^a	141,33±3,53 ^b	153,5±9,50 ^a	1,25±0,15 ^a

Aynı sütundaki sayılar üzerindeki farklı harfler gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir (P<0,05). Tüm parametreler ortalama (±SEM) olarak verilmiştir. DT: Diploid tatlısu, DD: Diploid deniz suyu, TT: Triploid tatlısu, TD: Triploid deniz suyu

2.13.7. Besin Kompozisyonu Analizleri

Tüm gruplardan alınan balıkların kas doku numunelerinde yapılan besin madde analizlerinde elde edilen ham protein, ham yağ, ham kül, nem ve kuru madde analiz sonuçları Tablo 14’de verilmiştir. Diploid deniz suyu grubunda 0, 30, 60 ve 90. günlerdeki nem oranları sırasıyla $77,87 \pm 0,19$; $76,22 \pm 0,02$; $77,05 \pm 0,08$ ve $75,60 \pm 0,05$ bulunmuştur. Diploid tatlısu grubunda ise bu değerler $78,73 \pm 0,06$; $76,10 \pm 0,02$; $75,32 \pm 0,07$ ve $76,07 \pm 0,21$ olarak tespit edilmiştir. Triploid deniz suyu grubunda nem oranları $74,79 \pm 0,04$ ile $78,40 \pm 0,02$ aralığında değişiklik gösterirken triploid tatlısu grubunda bu değerler $74,92 \pm 0,10$ - $77,11 \pm 0,15$ arasında değişiklik göstermiştir. Grupların nem ve kuru madde oranları 0. günde triploid tatlısu ve deniz suyu gruplarında istatistiki açıdan benzer bulunurken ($P > 0,05$), diploid gruplarda farklı bulunmuştur ($P < 0,05$). 30. günde ise bu kez diploid gruplarda benzerlik oluşmuş ($P > 0,05$), triploid gruplar farklılık göstermiştir ($P < 0,05$). 60. günde 0. günde olduğu gibi nem ve kuru madde oranlarında triploid gruplar benzerlik göstermiş ($P > 0,05$), diploid gruplar farklılık arz etmiştir ($P < 0,05$). 90. günde tüm gruplarda farklılık önemli bulunmuştur ($P < 0,05$).

Grupların protein oranları $16,77 \pm 0,04$ - $19,92 \pm 0,03$ aralığında değişkenlik gösterirken diploid gruplarda $16,77 \pm 0,04$ - $18,91 \pm 0,05$ arasında, triploid gruplarda ise $18,44 \pm 0,24$ - $19,92 \pm 0,03$ aralığında değerler elde edilmiştir. En düşük protein oranı ($16,77 \pm 0,04$) 30. günde diploid deniz suyu grubunda, en yüksek protein oranı ($19,92 \pm 0,03$) ise 60. günde triploid deniz suyu grubunda belirlenmiştir. 0. günde diploid deniz ve tatlısu grupları kendi arasında triploid deniz ve tatlısu grupları da kendi arasında istatistiki açıdan benzerlik gösterirken ($P > 0,05$), diploid ve triploid gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). 30, 60 ve 90. günlerde tüm gruplar arasındaki fark istatistiki önem arz ederken ($P < 0,05$), triploid gruplar hem deniz suyunda hem de tatlısuda diploid gruplardan daha yüksek protein oranı içermişlerdir (Tablo 14).

Çalışma süresince diploid tatlısu grubunda deniz suyu grubundan daha yüksek yağ oranı değerleri elde edilmiştir. Diploid deniz suyu grubunda yağ oranı değerleri $1,14 \pm 0,01$ ile $1,46 \pm 0,03$ arasında değişkenlik gösterirken diploid tatlısu grubunda $1,38 \pm 0,01$ ile $1,81 \pm 0,04$ arasında değerler elde edilmiştir. Grupların günler bazında yağ oranları değerlendirildiğinde 0. günde en yüksek yağ oranı $2,31 \pm 0,02$ ile triploid

deniz suyu grubunda belirlenirken, en düşük değer $1,14\pm0,01$ ile diploid deniz suyu grubunda tespit edilmiştir. 30. gün yağ oranı değerleri $1,43\pm0,03$ ile $2,01\pm0,06$ arasında değişkenlik gösterirken en yüksek oran triploid tatlısu grubunda, en düşük oran ise diploid deniz suyu grubunda elde edilmiştir ($P<0,05$). Ancak diploid gruplar kendi arasında, triploid gruplar kendi arasında istatistiki benzerlik oluşturmuştur ($P>0,05$). 60. gün yağ oranı değerlerinde tüm gruplar arasındaki istatistiki fark önemli bulunmuş en yüksek yağ oranı değeri ($2,61\pm0,01$) triploid tatlısu grubunda tespit edilmiştir ($P<0,05$). 90. gün yağ oranı değerlerinde de gruplar arasındaki istatistiki fark önemli bulunmuş ve değerler $1,46\pm0,03$ ile $2,77\pm0,01$ arasında değişkenlik göstermiştir. Çalışma süresince belirlenen en yüksek yağ oranı değeri $2,77\pm0,01$ triploid deniz suyu grubunda olmuştur ($P<0,05$) (Tablo 14).

Çalışma boyunca kül değerleri $1,19\pm0,03$ ile $1,45\pm0,01$ arasında değişkenlik göstermiştir. Günler bazında en yüksek kül oranları, 0. günde DD grubunda ($1,28\pm0,01$), 30. günde TT grubunda ($1,32\pm0,01$), 60. günde DT grubunda ($1,45\pm0,01$) ve 90. günde TD grubunda ($1,42\pm0,01$) elde edilmiştir. Çalışmanın 0. gününde diploid deniz grubu hariç diğer gruplar kendi arasında benzerlik gösterirken, 30. günde triploid tatlısu grubu dışındaki gruplar arasında istatistiki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). 60 ve 90. günlerde ise gruplar arasındaki farklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Tablo 14).

Tablo 14. Diploid ve triploid grupların nem, kuru madde, protein, yağ ve kül analiz bulguları (%)

	Gruplar	Zaman (Gün)			
		0.	30.	60.	90.
Nem (%)	DT	78,73±0,06 ^c	76,10±0,02 ^a	75,32±0,07 ^b	76,07±0,21 ^{bc}
	DD	77,87±0,19 ^b	76,22±0,02 ^a	77,05±0,08 ^c	75,60±0,05 ^{ab}
	TT	76,80±0,02 ^a	76,45±0,06 ^b	74,92±0,10 ^a	77,11±0,15 ^d
	TD	76,54±0,02 ^a	78,40±0,02 ^c	74,79±0,04 ^a	76,37±0,20 ^c
Kuru Madde (%)	DT	21,27±0,06 ^a	23,82±0,02 ^c	24,68±0,07 ^b	23,93±0,21 ^{bc}
	DD	22,13±0,19 ^b	23,78±0,02 ^c	22,95±0,08 ^a	24,40±0,05 ^{cd}
	TT	23,20±0,02 ^c	23,55±0,06 ^b	25,08±0,10 ^c	22,89±0,15 ^a
	TD	23,46±0,02 ^c	21,60±0,02 ^a	25,21±0,04 ^c	23,63±0,20 ^b
Protein (%)	DT	17,12±0,02 ^a	17,89±0,04 ^b	18,86±0,09 ^a	18,32±0,05 ^{ab}
	DD	17,32±0,06 ^a	16,77±0,04 ^a	18,91±0,05 ^a	18,09±0,13 ^a
	TT	18,50±0,08 ^b	18,44±0,24 ^c	19,35±0,14 ^b	18,63±0,15 ^b
	TD	18,47±0,23 ^b	18,90±0,08 ^d	19,92±0,03 ^c	19,63±0,07 ^c
Yağ (%)	DT	1,38±0,01 ^b	1,81±0,04 ^a	1,79±0,04 ^b	1,63±0,01 ^b
	DD	1,14±0,01 ^a	1,43±0,03 ^a	1,36±0,01 ^a	1,46±0,03 ^a
	TT	1,58±0,04 ^c	2,01±0,07 ^b	2,61±0,01 ^d	2,71±0,01 ^c
	TD	2,31±0,02 ^d	1,92±0,01 ^b	1,93±0,01 ^c	2,77±0,01 ^d
Kül (%)	DT	1,20±0,01 ^a	1,26±0,03 ^a	1,45±0,01 ^d	1,33±0,01 ^b
	DD	1,28±0,01 ^b	1,22±0,02 ^a	1,36±0,01 ^b	1,27±0,02 ^b
	TT	1,22±0,01 ^a	1,32±0,01 ^b	1,23±0,01 ^a	1,19±0,03 ^a
	TD	1,23±0,01 ^a	1,25±0,02 ^a	1,40±0,01 ^c	1,42±0,01 ^c

Aynı sütundaki sayılar üzerindeki farklı harfler gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir (P<0,05). Tüm parametreler ortalama (±SEM) olarak verilmiştir. DT: Diploid tatlısu, DD: Diploid deniz suyu, TT: Triploid tatlısu, TD: Triploid deniz suyu.

Tüm gruplardan alınan balıkların kas dokusunda yapılan amino asit analizlerinden elde edilen bulgular Tablo 15’te, esansiyel ve esansiyel olmayan amino asitlerin grafikleri ise Şekil 38 ve Şekil 39’da verilmiştir. Analizlerde 10’u esansiyel olmak üzere toplam 20 amino asidin değeri tespit edilmiştir. Çalışma süresince tüm gruplarda en yüksek miktarda belirlenen amino asit glutamik asit olurken, en az miktarda norvalin amino asidi tespit edilmiştir. Esansiyel amino asitler içerisinde ise treonin ve histidin daha yüksek belirlenirken, triptofan en az miktarda belirlenen esansiyel amino asit olmuştur.

0. günde en yüksek aspartik asit değeri 8,54±0,01 g/100g olarak diploid tatlısu grubunda belirlenirken, en düşük değeri ise 3,55±0,01 g/100g ile triploid tatlısu grubunda belirlenmiştir. 30. günde en yüksek aspartik asit değeri (8,19±0,01 g/100g) yine diploid tatlısu grubunda tespit edilirken, en düşük değer (4,95±0,01 g/100g) diploid deniz suyu grubunda belirlenmiştir. 60. günde en yüksek aspartik asit değerine (7,18±0,01 g/100g) triploid deniz suyu grubu sahip olurken, diploid deniz suyu grubu

3,77±0,01 g/100g ile en düşük değere sahip olmuştur. 90. günde 2,81±0,01 ile 5,18±0,01 g/100g arasında değişiklik gösteren aspartik asit değerleri en yüksek TD grubunda en düşük ise DD grubunda bulunmuştur. Çalışma boyunca aspartik asit değerleri DD grubunda 2,81±0,01 ile 4,95±0,01 g/100g aralığında değişiklik göstermiştir. DT, TD ve TT gruplarında ise sırasıyla; 4,02±0,01 ile 8,54±0,01; 4,64±0,01 ile 7,18±0,01 ve 3,55±0,01 ile 7,97±0,01 g/100g aralıklarında değişiklik göstermiştir. 0, 30, 60 ve 90. günlerde aspartik asit değerlerinin gruplar arasındaki farkları istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Şekil 39) (Tablo 15).

Çalışma süresince maksimum treonin değerleri DD grubunda (9,80±0,10 g/100g), DT grubunda (7,56±0,09 g/100g) ve TD grubunda (9,07±0,13 g/100g) 0. günde, TT grubunda ise 30. günde (8,71±0,08 g/100g) belirlenmiştir. Gün bazında ise 0. günde DD grubu, 30. günde TT grubu, 60 ve 90. günlerde ise DT grubu maksimum treonin değerlerine sahip olmuşlardır. Deniz suyu gruplarında treonin değerleri her geçen gün düzenli olarak azalmıştır. Treonin değerlerinin gruplar arasındaki farkları istatistiki açıdan önem arz etmiştir ($P<0,05$) (Şekil 38) (Tablo 15).

Serin değerleri çalışma süresince DD grubunda 3,53±0,09-8,01±0,07 g/100g aralığında değişiklik göstermiştir. DT, TD ve TT gruplarında ise sırasıyla; 3,29±0,03-6,44±0,06; 3,35±0,03-7,07±0,03 ve 3,89±0,14-6,28±0,04 g/100g aralıklarında değişiklik göstermiştir. 0. günde DD, 30 ve 60. günlerde DT, 90. günde ise TD maksimum serin değerlerinin belirlendiği gruplar olurken, gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$) (Şekil 39) (Tablo 15).

En yüksek glutamik asit değeri (18,52±0,87 g/100g) DD grubunda 0. günde tespit edilirken, en düşük (10,15±0,31 g/100g) TD grubunda 90. günde belirlenmiştir. 0. günde DD, DT ve TT grupları arasındaki glutamik asit değerleri farkı istatistiki olarak önemli bulunurken ($P<0,05$), TD grubunun değerleri DT grubu ile benzerlik göstermiştir ($P>0,05$). 30 ve 60. günlerde belirlenen glutamik asit değerlerinde DD grubu ile TD grubu kendi arasında DT grubu ile TT grubunda kendi arasında istatistiki olarak benzerlik oluşturmuştur ($P>0,05$). 90. günde DD ile TD grupları arasındaki glutamik asit değerlerinin farklılığı istatistiki olarak anlamlı bulunurken ($P<0,05$), DT ile TT gruplarının değerleri benzer bulunmuştur ($P>0,05$) (Şekil 39) (Tablo 15).

0. günde DD grubu 1,65±0,01 g/100g ile maksimum glisin değerine ulaşırken, TD grubu 30, 60 ve 90. günlerde maksimum glisin değerlerinin belirlendiği grup

olmuştur. Çalışma süresince en düşük glisin değeri $0,70 \pm 0,01$ g/100g olarak DT grubunda 90. günde belirlenmiştir. Glisin değerlerinin gruplar arasındaki farklılığı istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P < 0,05$) (Şekil 39) (Tablo 15).

Grupların alanin değerleri incelendiğinde, 0 ve 60. günde TT grubu ($3,86 \pm 0,01$ ve $3,17 \pm 0,01$ g/100g), 30. günde DT grubu ($3,60 \pm 0,01$ g/100g) ve 90. günde TD grubu ($3,24 \pm 0,02$ g/100g) maksimum alanin değerlerine ulaşmışlardır. Çalışmanın 0, 30 ve 90. günlerinde belirlenen alanin değerlerinin gruplar arasındaki farkları istatistiki açıdan önem arzederken ($P < 0,05$), 60. günde DD ile DT ve TD ile TT arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$) (Şekil 39) (Tablo 15).

Valin amino asidi, çalışma süresince $2,26 \pm 0,03$ - $6,24 \pm 0,04$ g/100g değerleri arasında değişiklik göstermiştir. 0 ve 90. günlerde DD grubunda ($4,97 \pm 0,04$ ve $2,66$ g/100g), 30. günde DT grubunda ($6,24 \pm 0,04$ g/100g) ve 60. günde ise TT grubunda ($2,77 \pm 0,02$ g/100g) maksimum değerlerine ulaşmıştır. Çalışmanın 0. gününde DT ve TD gruplarında belirlenen değerler istatistiki açıdan benzer bulunurken ($P > 0,05$), DD ve TT gruplarında farklı bulunmuştur ($P < 0,05$). 30, 60 ve 90. günlerde ise gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak önem arzetmiştir ($P < 0,05$) (Şekil 38) (Tablo 15).

Maksimum metiyonin değeri ($6,34 \pm 0,77$ g/100g) 30. günde DT grubunda tespit edilirken, minimum değeri ise $1,86 \pm 0,15$ g/100g olarak 90. günde TD grubunda belirlenmiştir. 0. günde belirlenen metiyonin değerleri gruplar arasında istatistiki olarak farklı bulunurken ($P < 0,05$), 30. günde DD ile TT, 60. günde DD ile DT, 90. günde ise DD ile TD ve DT ile TT grupları arasında benzer bulunmuştur ($P > 0,05$) (Şekil 38) (Tablo 15).

En yüksek isolösin değeri 0. günde ($5,08 \pm 0,02$ g/100g) DT grubunda, 30 ve 60. günlerde ($4,58 \pm 0,08$ ve $3,25 \pm 0,04$ g/100g) TT grubunda ve 90. günde ise $2,49 \pm 0,13$ g/100g olarak TD grubunda belirlenmiştir. 0 ve 60. günlerdeki isolösin değerlerinin gruplar arasındaki farkı istatistiki olarak önemli bulunurken ($P < 0,05$), 30. günde DD ve DT, 90. günde ise DT ve TD grupları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$) (Şekil 38) (Tablo 15).

Lösin değerleri çalışma süresince $0,60 \pm 0,01$ ile $1,75 \pm 0,01$ g/100g arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek lösin değeri 0. günde DD grubunda belirlenirken, en düşük değer 90. günde TD grubunda tespit edilmiştir. Çalışmanın 0. gününde belirlenen lösin değerlerinin gruplar arasındaki farkı istatistiki olarak önemli bulunmuş

($P<0,05$), 30 ve 60. günlerde DD ile TD, 90. günde ise DD ile DT grupları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$) (Şekil 38) (Tablo 15).

Tirozin değerleri çalışma süresince DD grubunda $1,77\pm0,04$ - $4,23\pm0,04$ g/100g aralığında değişiklik göstermiştir. DT, TD ve TT gruplarında ise sırasıyla; $3,01\pm0,05$ - $5,76\pm0,05$; $1,51\pm0,05$ - $4,20\pm0,03$ ve $2,66\pm0,04$ - $5,03\pm0,05$ g/100g aralıklarında belirlenmiştir. 0. günde TD, 30. günde DT, 60 ve 90. günde TT grupları maksimum tirozin değerlerinin belirlendiği gruplar olmuşlardır. Tirozin değerleri bakımından çalışma boyunca gruplar arasında oluşan farklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Şekil 39) (Tablo 15).

En yüksek fenilalanin değeri çalışmanın 30. gününde DT grubunda $6,69\pm0,12$ g/100g olarak tespit edilirken, en düşük değeri ise çalışmanın 90. gününde TD grubunda $1,44\pm0,08$ g/100g olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 30. gününde belirlenen fenilalanin değerlerinin gruplar arasındaki farkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). 0. günde DD ile TD, 60. günde DT ile TD, 90. günde DD ile DT grupları arasındaki farklar ise istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$) (Şekil 38) (Tablo 15).

Histidin değerleri $5,78\pm0,05$ ile $11,12\pm0,04$ g/100g aralığında değişkenlik göstermiştir. 0, 30 ve 90. günlerde en yüksek değerlere ($8,92\pm0,04$ - $11,12\pm0,04$ - $10,79\pm0,11$ g/100g) DD grubu ulaşırken, 60. günde ($10,48\pm0,16$ g/100g) DT grubu ulaşmıştır. Çalışma süresince belirlenen histidin değerlerinin gruplar arasındaki farkları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$) (Şekil 38) (Tablo 15).

Lisin değerleri çalışma süresince en yüksek değerine ($6,29\pm0,10$ g/100g) 90. günde DD grubunda ulaşmıştır. Ayrıca 0. günde DD grubu ($2,98\pm0,05$ g/100g), 30. günde DT grubu en yüksek lisin değerine ($3,80\pm0,01$ g/100g) ulaşırken, 60. günde TD grubu $1,87\pm0,05$ g/100g ile ilk sırada yer almıştır. 90. günde belirlenen lisin değerlerinin gruplar arasındaki farklılıkları istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Şekil 38) (Tablo 15).

Gruplarda 0. günde en yüksek arginin değeri ($2,65\pm0,07$ g/100g) DD grubunda tespit edilirken, 30. günde DT grubunda ($4,09\pm0,06$ g/100g), 60. günde DD grubunda ($1,99\pm0,02$ g/100g) ve 90. günde TD grubunda ($2,06\pm0,04$ g/100g) belirlenmiştir. 0. günde arginin değerlerinin gruplar arasındaki farkları istatistiki açıdan önem

arzederken ($P<0,05$), 90. günde DD, TD ve TT gruplarında benzer değerler elde edilmiştir ($P>0,05$) (Şekil 38) (Tablo 15).

En yüksek prolin değeri 0. günde ($3,43\pm0,01$ g/100g) DD grubunda, en düşük değeri ise 90. günde ($0,25\pm0,01$ g/100g) TD grubunda belirlenmiştir. Deniz suyu grupları 90. günde belirgin düşüş göstermiştir (DD: $0,30\pm0,01$ -TD: $0,25\pm0,01$ g/100g). Prolin değerlerinin gruplar arasındaki farkları 0, 30 ve 90. günlerde istatistik açıdan önemli bulunurken ($P<0,05$), 60. günde DD ve TD gruplarında önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$) (Şekil 39) (Tablo 15).

Asparagin değerleri çalışma süresince $0,38\pm0,03$ ile $1,77\pm0,03$ g/100g aralığında belirlenirken, minimum değeri 30. günde, maksimum değeri 90. günde TT grubunda tespit edilmiştir. 90. günde belirlenen asparagin değerlerinin gruplar arasındaki farkları istatistiki olarak anlamlı bulunurken ($P<0,05$), 30 ve 60. günlerde belirlenen asparagin değerlerinin DD, DT ve TT grupları arasındaki farkları istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$) (Şekil 39) (Tablo 15).

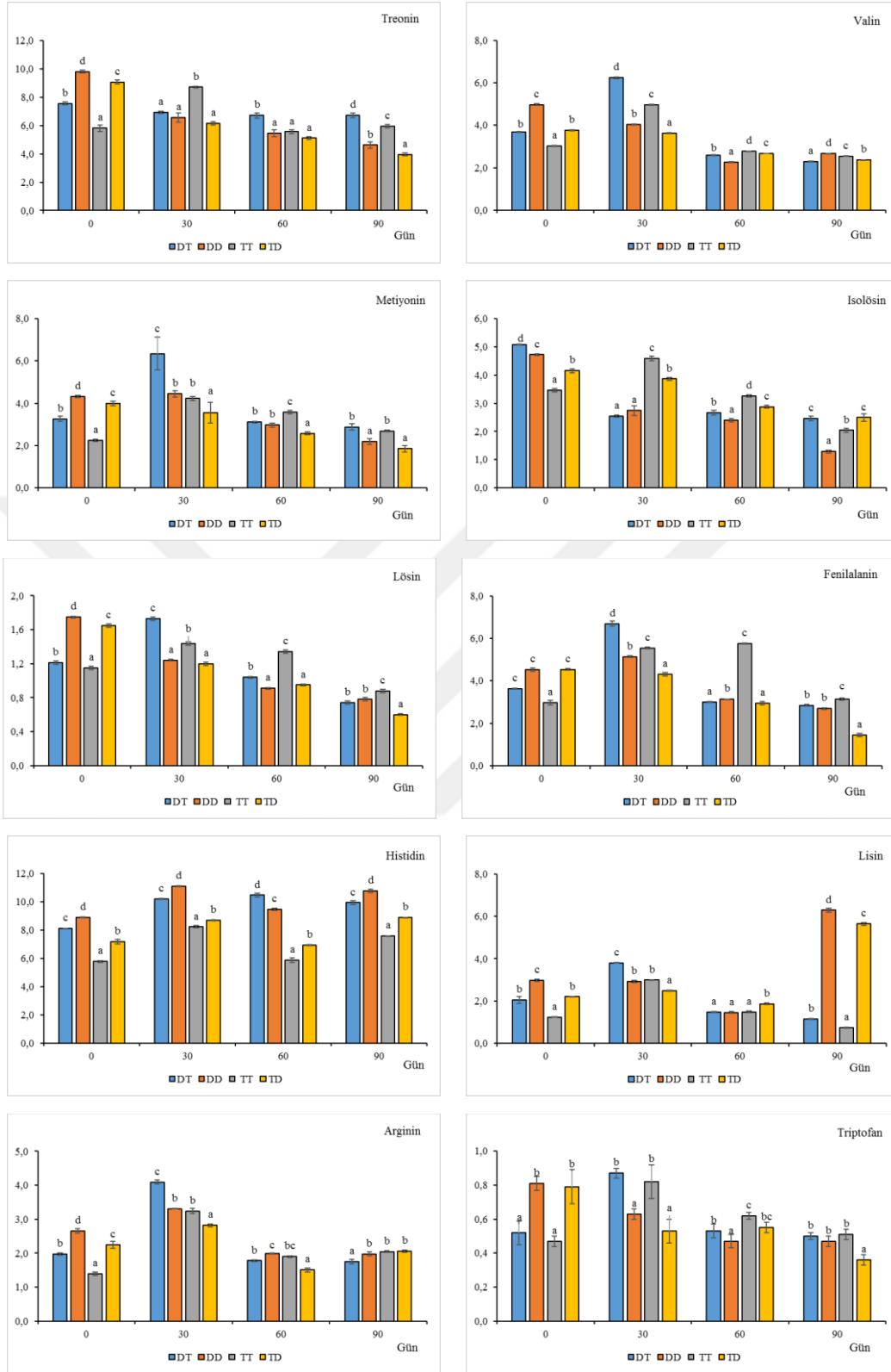
DD grubunda 0. günde $0,74\pm0,26$ g/100g olarak belirlenen glutamin değeri, 90. günde $1,52\pm0,13$ g/100g olarak tespit edilmiştir. Diğer grupların 0 ve 90. günde belirlenen glutamin değerleri; DT: $1,09\pm0,10$ - $1,51\pm0,04$ TD: $1,12\pm0,05$ - $1,46\pm0,08$ ve TT: $1,16\pm0,06$ - $1,56\pm0,09$ g/100g olarak belirlenmiştir. Glutamin değerleri DT grubu haricinde diğer gruplarda çalışma süresince artış göstermiştir ($P<0,05$) (Şekil 39) (Tablo 15).

Maksimum norvalin değeri $0,21\pm0,01$ g/100g olarak 30. günde TT grubunda tespit edilirken, minimum değer $0,02\pm0,01$ g/100g ile 90. günde TD grubunda belirlenmiştir. Deniz suyu gruplarında 0 ve 90. günlerde norvalin değerleri DD grubunda $0,20\pm0,01$ - $0,03\pm0,01$ g/100g, TD grubunda ise $0,19\pm0,01$ - $0,02\pm0,01$ g/100g olarak tespit edilmiştir. Deniz suyu gruplarında yaşanan bu azalma, tatlısu gruplarında daha az olmuştur. Gruplar arasındaki farklar değişken olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$) (Şekil 39) (Tablo 15).

Triptofan değerleri çalışma süresince $0,36\pm0,03$ - $0,87\pm0,03$ g/100g arasında seyretmiştir. Triptofan değerlerinde çalışma başlangıcı ile sonu arasında oluşan fark deniz suyu gruplarında daha fazla olurken tatlısu gruplarında çok daha az oluşmuştur. DD ve TD gruplarında 0. günde $0,81\pm0,04$ ve $0,79\pm0,10$ g/100g olarak belirlenen triptofan değerleri, 90. günde sırasıyla $0,47\pm0,03$ ve $0,36\pm0,03$ g/100g olarak tespit

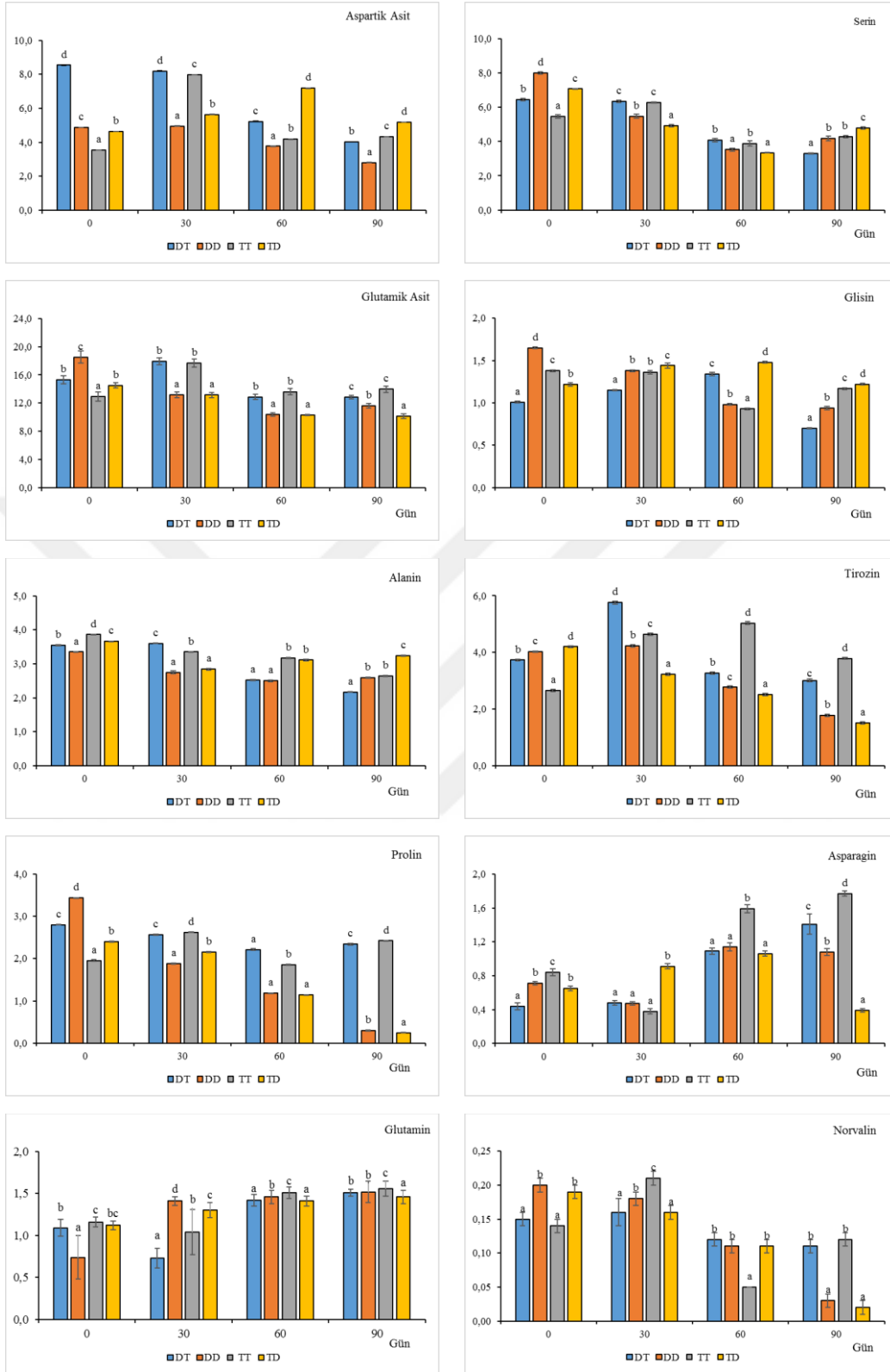
edilmiştir. DT ve TT gruplarında ise 0. günde $0,52\pm0,07$ ve $0,47\pm0,03$ g/100g olarak belirlenen triptofan miktarı, 90. günde $0,50\pm0,02$ ve $0,51\pm0,03$ g/100g belirlenmiştir. 0 ve 30. günlerdeki triptofan değerlerinde deniz suyu grupları ile tatlısu grupları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunurken ($P<0,05$), 60 ve 90. günlerde gruplar arasında istatistiksel fark gözlenmemiştir ($P>0,05$) (Şekil 39) (Tablo 15).





DT: Diploid tatlısu, DD: Diploid deniz suyu, TT: Triplod tatlısu, TD: Triplod deniz suyu grupları.
Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 38. Esansiyel amino asitler



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 39. Esansiyel olmayan amino asitler

Tablo 15. Diploid ve triploid grupların amino asit değerleri (g/100g protein)

Amino asitler	Gruplar	Zaman (Gün)			
		0.	30.	60.	90.
Aspartik asit	DT	8,54±0,01 ^d	8,19±0,01 ^d	5,23±0,01 ^c	4,02±0,01 ^b
	DD	4,87±0,01 ^c	4,95±0,01 ^a	3,77±0,01 ^a	2,81±0,01 ^a
	TT	3,55±0,01 ^a	7,97±0,01 ^c	4,18±0,01 ^b	4,33±0,01 ^c
	TD	4,64±0,01 ^b	5,64±0,01 ^b	7,18±0,01 ^d	5,18±0,01 ^d
Treonin *	DT	7,56±0,09 ^b	6,93±0,07 ^a	6,71±0,17 ^b	6,72±0,16 ^d
	DD	9,80±0,10 ^d	6,57±0,32 ^a	5,47±0,25 ^a	4,62±0,23 ^b
	TT	5,81±0,22 ^a	8,71±0,08 ^b	5,56±0,15 ^a	5,95±0,12 ^c
	TD	9,07±0,13 ^c	6,15±0,13 ^a	5,11±0,10 ^a	3,96±0,09 ^a
Serin	DT	6,44±0,06 ^b	6,34±0,06 ^c	4,09±0,10 ^b	3,29±0,03 ^a
	DD	8,01±0,07 ^d	5,48±0,12 ^b	3,53±0,09 ^a	4,19±0,13 ^b
	TT	5,46±0,10 ^a	6,28±0,04 ^c	3,89±0,14 ^b	4,27±0,07 ^b
	TD	7,07±0,03 ^c	4,93±0,07 ^a	3,35±0,03 ^a	4,79±0,06 ^c
Glutamik asit	DT	15,29±0,58 ^b	17,90±0,47 ^b	12,88±0,38 ^b	12,82±0,24 ^c
	DD	18,52±0,87 ^c	13,17±0,40 ^a	10,39±0,27 ^a	11,61±0,35 ^b
	TT	12,96±0,66 ^a	17,65±0,56 ^b	13,61±0,45 ^b	13,96±0,47 ^c
	TD	14,52±0,37 ^b	13,16±0,38 ^a	10,28±0,09 ^a	10,15±0,31 ^a
Glisin	DT	1,01±0,01 ^a	1,15±0,01 ^a	1,34±0,02 ^c	0,70±0,01 ^a
	DD	1,65±0,01 ^d	1,38±0,01 ^b	0,98±0,01 ^b	0,94±0,02 ^b
	TT	1,38±0,01 ^c	1,36±0,02 ^b	0,93±0,01 ^a	1,17±0,01 ^c
	TD	1,22±0,02 ^b	1,44±0,03 ^c	1,48±0,01 ^d	1,22±0,01 ^d
Alanin	DT	3,55±0,02 ^b	3,60±0,01 ^c	2,52±0,02 ^a	2,17±0,01 ^a
	DD	3,35±0,01 ^a	2,75±0,04 ^a	2,50±0,03 ^a	2,59±0,02 ^b
	TT	3,86±0,01 ^d	3,35±0,01 ^b	3,17±0,01 ^b	2,64±0,02 ^b
	TD	3,66±0,01 ^c	2,84±0,02 ^a	3,11±0,02 ^b	3,24±0,02 ^c
Valin *	DT	3,67±0,03 ^b	6,24±0,04 ^d	2,59±0,02 ^b	2,29±0,02 ^a
	DD	4,97±0,04 ^c	4,04±0,03 ^b	2,26±0,03 ^a	2,66±0,02 ^d
	TT	3,02±0,02 ^a	4,96±0,04 ^c	2,77±0,02 ^d	2,54±0,02 ^c
	TD	3,75±0,03 ^b	3,62±0,02 ^a	2,67±0,01 ^c	2,36±0,01 ^b
Metiyonin *	DT	3,26±0,12 ^b	6,34±0,77 ^c	3,11±0,04 ^b	2,88±0,14 ^b
	DD	4,32±0,06 ^d	4,45±0,15 ^b	2,97±0,09 ^b	2,19±0,13 ^a
	TT	2,24±0,05 ^a	4,22±0,96 ^b	3,58±0,09 ^c	2,69±0,05 ^b
	TD	3,98±0,11 ^c	3,55±0,05 ^a	2,58±0,07 ^a	1,86±0,15 ^a
İsolösin *	DT	5,08±0,02 ^d	2,54±0,05 ^a	2,67±0,08 ^b	2,46±0,08 ^c
	DD	4,72±0,03 ^c	2,74±0,17 ^a	2,39±0,06 ^a	1,29±0,05 ^a
	TT	3,46±0,06 ^a	4,58±0,08 ^c	3,25±0,04 ^d	2,04±0,07 ^b
	TD	4,15±0,07 ^b	3,86±0,06 ^b	2,87±0,05 ^c	2,49±0,13 ^c
Lösin *	DT	1,21±0,02 ^b	1,73±0,02 ^c	1,04±0,01 ^b	0,74±0,02 ^b
	DD	1,75±0,01 ^d	1,24±0,01 ^a	0,91±0,01 ^a	0,78±0,02 ^b
	TT	1,15±0,02 ^a	1,44±0,02 ^b	1,34±0,02 ^c	0,88±0,02 ^c
	TD	1,65±0,02 ^c	1,20±0,02 ^a	0,95±0,01 ^a	0,60±0,01 ^a

Aynı sütundaki sayılar üzerindeki farklı harfler gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir (P<0,05). Tüm parametreler ortalama (±SEM) olarak verilmiştir. DT: Diploid tatlısu, DD: Diploid deniz suyu, TT: Triploid tatlısu, TD: Triploid deniz suyu, *: Esansiyel amino asit.

Tablo 15 devamı. Diploid ve triploid grupların amino asit değerleri (g/100g protein)

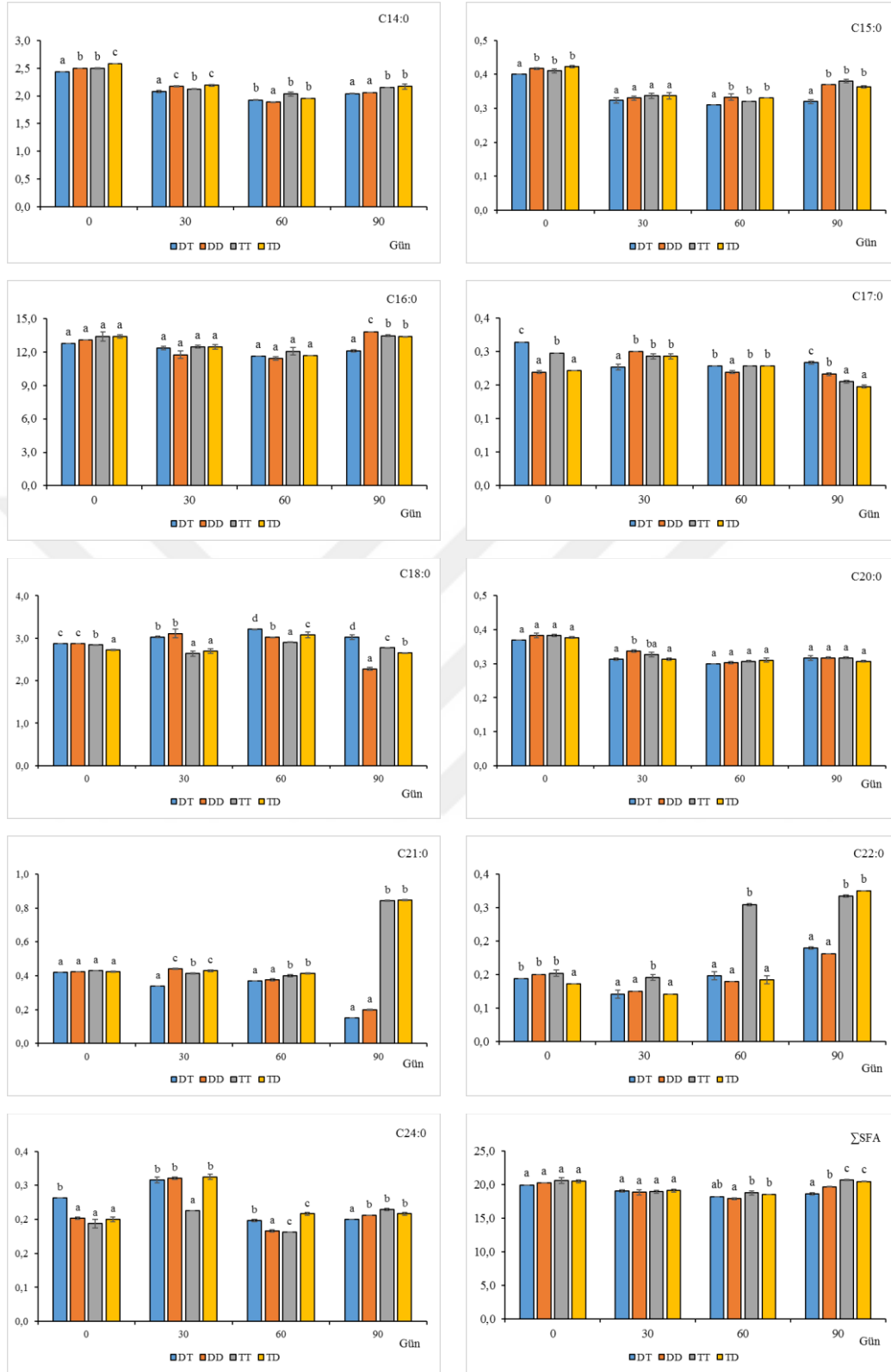
Amino asitler	Gruplar	Zaman (Gün)			
		0.	30.	60.	90.
Tirozin	DT	3,73±0,03 ^b	5,76±0,05 ^d	3,27±0,04 ^b	3,01±0,05 ^c
	DD	4,02±0,02 ^c	4,23±0,04 ^b	2,77±0,04 ^c	1,77±0,04 ^b
	TT	2,66±0,04 ^a	4,64±0,05 ^c	5,03±0,05 ^d	3,79±0,04 ^d
	TD	4,20±0,03 ^d	3,23±0,04 ^a	2,51±0,04 ^a	1,51±0,05 ^a
Fenilalanin *	DT	3,63±0,03 ^b	6,69±0,12 ^d	2,99±0,03 ^a	2,84±0,04 ^b
	DD	4,53±0,08 ^c	5,14±0,03 ^b	3,13±0,02 ^b	2,69±0,05 ^b
	TT	2,97±0,11 ^a	5,55±0,05 ^c	5,75±0,03 ^c	3,13±0,06 ^c
	TD	4,54±0,05 ^c	4,32±0,08 ^a	2,95±0,08 ^a	1,44±0,08 ^a
Histidin *	DT	8,11±0,03 ^c	10,21±0,03 ^c	10,48±0,16 ^d	9,95±0,13 ^c
	DD	8,92±0,04 ^d	11,12±0,04 ^d	9,48±0,08 ^c	10,79±0,11 ^d
	TT	5,78±0,05 ^a	8,23±0,08 ^a	5,88±0,17 ^a	7,58±0,03 ^a
	TD	7,19±0,16 ^b	8,70±0,03 ^b	6,94±0,06 ^b	8,89±0,03 ^b
Lisin *	DT	2,05±0,17 ^b	3,80±0,01 ^c	1,47±0,03 ^a	1,15±0,03 ^b
	DD	2,98±0,05 ^c	2,92±0,05 ^b	1,46±0,04 ^a	6,29±0,10 ^d
	TT	1,24±0,02 ^a	2,99±0,02 ^b	1,48±0,04 ^a	0,74±0,03 ^a
	TD	2,20±0,02 ^b	2,48±0,03 ^a	1,87±0,05 ^b	5,64±0,07 ^c
Arginin *	DT	1,97±0,03 ^b	4,09±0,06 ^c	1,78±0,03 ^b	1,75±0,07 ^a
	DD	2,65±0,07 ^d	3,31±0,01 ^b	1,99±0,02 ^c	1,98±0,06 ^b
	TT	1,40±0,05 ^a	3,24±0,08 ^b	1,90±0,03 ^{bc}	2,05±0,02 ^b
	TD	2,25±0,10 ^c	2,82±0,04 ^a	1,51±0,06 ^a	2,06±0,04 ^b
Prolin	DT	2,80±0,01 ^c	2,56±0,01 ^c	2,21±0,02 ^c	2,34±0,02 ^c
	DD	3,43±0,01 ^d	1,88±0,01 ^a	1,18±0,01 ^a	0,30±0,01 ^b
	TT	1,95±0,02 ^a	2,62±0,01 ^d	1,85±0,01 ^b	2,42±0,01 ^d
	TD	2,40±0,01 ^b	2,15±0,01 ^b	1,14±0,01 ^a	0,25±0,01 ^a
Asparagin	DT	0,44±0,04 ^a	0,48±0,03 ^a	1,09±0,04 ^a	1,41±0,12 ^c
	DD	0,71±0,02 ^b	0,47±0,02 ^a	1,14±0,05 ^a	1,08±0,04 ^b
	TT	0,84±0,04 ^c	0,38±0,03 ^a	1,59±0,05 ^b	1,77±0,03 ^d
	TD	0,65±0,03 ^b	0,91±0,03 ^b	1,06±0,03 ^a	0,39±0,02 ^a
Glutamin	DT	1,09±0,10 ^b	0,73±0,12 ^a	1,42±0,07 ^a	1,51±0,04 ^b
	DD	0,74±0,26 ^a	1,41±0,05 ^d	1,46±0,08 ^b	1,52±0,13 ^b
	TT	1,16±0,06 ^c	1,04±0,27 ^b	1,51±0,07 ^c	1,56±0,09 ^c
	TD	1,12±0,05 ^{bc}	1,30±0,09 ^c	1,41±0,06 ^a	1,46±0,08 ^a
Norvalin	DT	0,15±0,01 ^a	0,16±0,02 ^a	0,12±0,01 ^b	0,11±0,01 ^b
	DD	0,20±0,01 ^b	0,18±0,01 ^b	0,11±0,01 ^b	0,03±0,01 ^a
	TT	0,14±0,01 ^a	0,21±0,01 ^c	0,05±0,00 ^a	0,12±0,01 ^b
	TD	0,19±0,01 ^b	0,16±0,01 ^a	0,11±0,01 ^b	0,02±0,01 ^a
Tryptofan *	DT	0,52±0,07 ^a	0,87±0,03 ^b	0,53±0,04 ^b	0,50±0,02 ^b
	DD	0,81±0,04 ^b	0,63±0,03 ^a	0,47±0,04 ^a	0,47±0,03 ^b
	TT	0,47±0,03 ^a	0,82±0,10 ^b	0,62±0,02 ^c	0,51±0,03 ^b
	TD	0,79±0,10 ^b	0,53±0,07 ^a	0,55±0,03 ^{bc}	0,36±0,03 ^a

Aynı sütundaki sayılar üzerindeki farklı harfler gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir (P<0,05). Tüm parametreler ortalama (±SEM) olarak verilmiştir. DT: Diploid tatlısu, DD: Diploid deniz suyu, TT: Triploid tatlısu, TD: Triploid deniz suyu, *: Esansiyel amino asit.

Çalışma süresince tatlısu ve deniz suyundaki diploid ve triploid gruplarda belirlenen yağ asidi değerleri Tablo 16’da verilmiştir. Ayrıca doymuş, tekli doymamış, çoklu doymamış yağ asit grafikleri ve $\sum n3$ ve $\sum n6$ grafikleri sırasıyla Şekil 40, 41, 42 ve 43’te verilmiştir. Palmitik asit (C16:0) tüm gruplarda en baskın doymuş yağ asidi olarak belirlenirken, miristik asit (C14:0) ve stearik asit (C18:0) palmitik asitten sonra en fazla belirlenen doymuş yağ asitleri olmuşlardır. Palmitik asit, maksimum değerine (%13,81±0,003) çalışmanın 90. gününde, minimum değerine (%11,41±0,162) çalışmanın 60. günde DD grubunda ulaşmıştır. En yüksek miristik asit değeri (%2,58±0,006) 0. günde TD grubunda, en düşük değeri (%1,89±0,007) 60. günde DD grubunda belirlenirken, stearik asidin maksimum değeri (%3,21±0,006) 60. günde DT grubunda, minimum değeri (%2,28±0,030) 90. günde DD grubunda belirlenmiştir. Gruplarda en az miktarda belirlenen doymuş yağ asidi behenik asit (C22:0) olmuştur. Doymuş yağ asitleri toplamı ($\sum SFA$), çalışma süresince %17,93±0,153 ile %20,74±0,095 arasında değişkenlik göstermiş ve $\sum SFA$ değerlerindeki gruplar arasındaki farklılıklar 0 ve 30. günlerde istatistiki olarak önemsiz ($P>0,05$), 60 ve 90. günlerde ise önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Şekil 40) (Tablo 16).

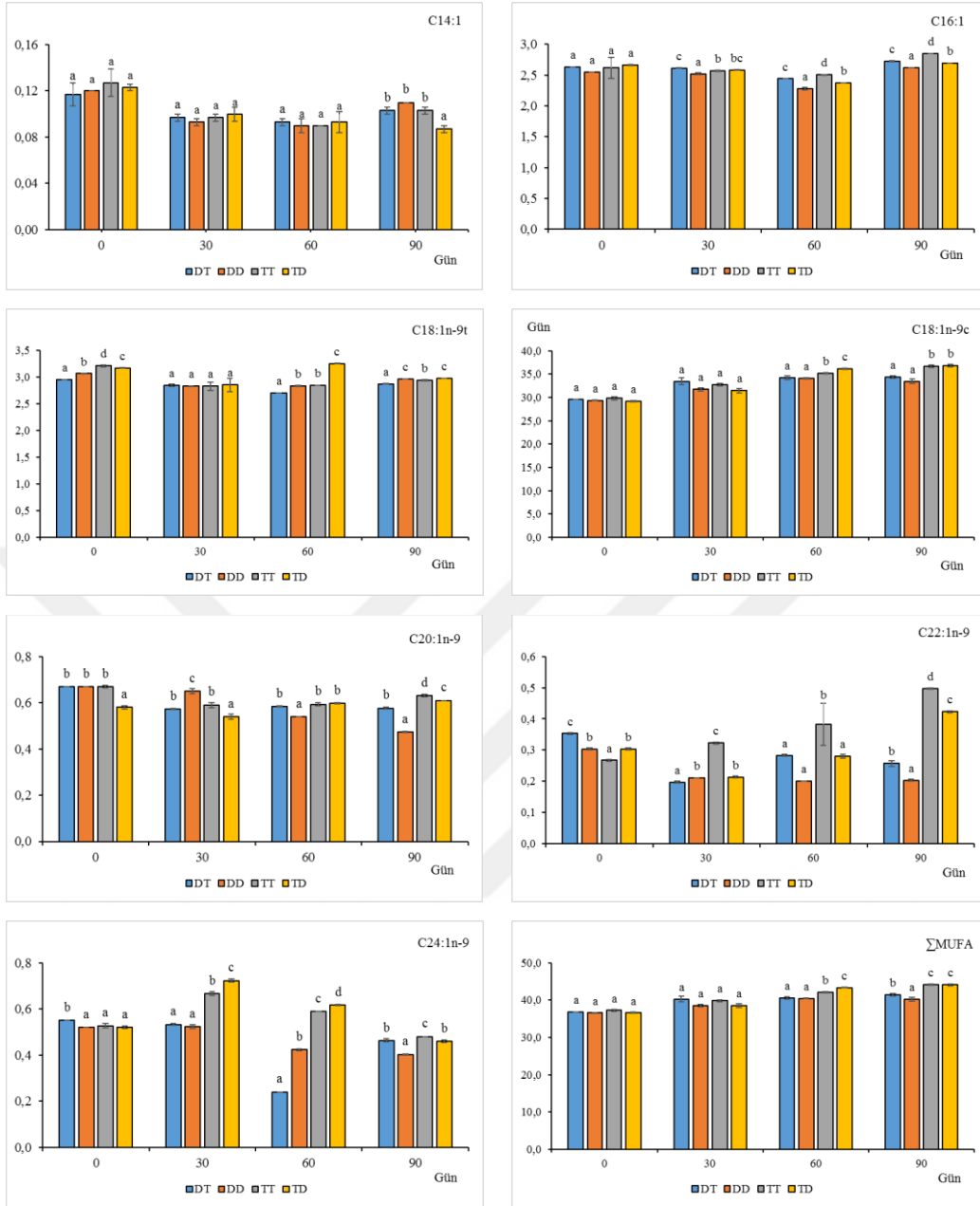
Elaidik asit (C18:1n-9c) tüm gruplarda en yüksek oranda belirlenen tekli doymamış yağ asidi olurken, minimum değeri 0. günde maksimum değeri 90. günde TD grubunda tespit edilmiş ve %29,19±0,155 ile %36,82±0,283 arasında değişkenlik göstermiştir. Oleik asit (C18:1n-9t) ve palmitoleik asit (C16:1), elaidik asitten sonra en yüksek oranda belirlenen tekli doymamış asitleri olmuşlardır. Palmitoleik asit %2,28±0,021 ile %2,85±0,003 arasında tespit edilirken, oleik asit %2,83±0,006 ile %3,26±0,003 arasında belirlenmiştir. Gruplarda en az miktarda belirlenen tekli doymamış yağ asidi miristoleik asit (C14:1) olurken, %0,09±0,003 ile %0,13±0,012 değerleri arasında değişkenlik göstermiştir. Tekli doymamış yağ asitleri toplamı ($\sum MUFA$), 0. günden itibaren çalışma süresince tüm gruplarda düzenli artış göstermiş ve %36,55±0,049 ile %44,11±0,237 arasında tespit edilmiştir. 0 ve 30. günlerde belirlenen $\sum MUFA$ değerlerinin gruplar arasındaki farklılıkları istatistiki olarak önemsiz bulunurken ($P>0,05$), 60 ve 90. günlerde triploid gruplarda daha yüksek bulunmuş ve triploid ile diploid gruplar arasında oluşan farklılıklar istatistiki olarak önem arz etmiştir ($P<0,05$) (Şekil 41) (Tablo 16).

Çoklu doymamış yağ asitleri içerisinde en yüksek oranda belirlenen linoleik asidin (C18:2n-6c) maksimum değeri (%22,88±0,007) çalışmanın 0. gününde DT grubunda belirlenirken, minimum değeri (%19,03±0,107) 90. günde DD grubunda tespit edilmiştir. Linoleik asitten sonra en yüksek oranda belirlenen ikinci çoklu doymamış yağ asidi DHA (C22:6n-3) olmuştur. Tüm gruplarda maksimum DHA değerleri çalışmanın 0. gününde tespit edilirken, her geçen zaman diliminde düzenli olarak azalmaları nedeniyle minimum değerleri çalışmanın 90. gününde belirlenmiştir. Grupların 0 ve 90. gün DHA değerleri sırasıyla; DD: %10,69±0,006-4,73±0,068 DT: %10,20±0,00-5,36±0,048 TD: %10,08±0,014-7,37±0,307 TT: %10,36±0,105-5,67±0,007 olarak kaydedilmiştir. EPA (C20:5n-3), en yüksek değerlerin tespit edildiği 0. günden itibaren her geçen zaman diliminde azalan seyir göstermiş ve 90. günde en düşük oranları belirlenmiştir. Maksimum EPA değeri (%1,80±0,009) TT grubunda, minimum EPA değeri (%0,60±0,006) DT grubunda tespit edilmiştir. Tüm gruplarda çoklu doymamış yağ asitleri toplamının (Σ PUFA) en yüksek oranları çalışmanın ilk gününde belirlenmiş ve devam eden süreçte düzenli olarak azalan seyir göstermiş ve minimum oranlar çalışmanın son gününde tespit edilmiştir. Σ PUFA oranları, DD grubunda; %40,90±0,125-30,73±0,297 arasında değişkenlik gösterirken, DT grubunda; %40,53±0,024-33,31±0,153 TD grubunda; %39,09±0,233-34,85±0,291 ve TT grubunda; %39,39±0,60-32,53±0,137 arasında değişkenlik göstermiştir. En yüksek Σ n3 değeri (%15,82±0,035) 0. günde, en düşük Σ n3 değeri (%9,02±0,147) 90. günde DD grubunda tespit edilmiştir. Σ n3 değerleri çalışmanın 0 ve 90. günleri arasında düzenli olarak azalan seyir gösterirken, triploid deniz suyu grubunda bu azalma (%15,05±0,047-11,57±0,298) diğer gruplardan daha az oranda gerçekleşmiştir. Gruplarda belirlenen Σ n6 değerleri çalışma süresince %21,36±0,3 ile %25,06±0,003 arasında değişkenlik göstermiştir. Diploid gruplarda Σ n3/ Σ n6 oranları %0,39±0,003 ile %0,64±0,003 arasında tespit edilirken, triploid gruplarda %0,43±0,003 ile %0,68±0,018 arasında belirlenmiştir. Σ n6/ Σ n3 oranları ise diploid gruplarda %1,57±0,012 ile %2,54±0,034 arasında triploid gruplarda %1,47±0,035 ile %2,31±0,015 arasında tespit edilmiştir. Σ PUFA, Σ n3, Σ n6, Σ n3/ Σ n6 ve Σ n6/ Σ n3 değerlerinin 60. gün haricindeki diğer zaman dilimlerindeki gruplar arasındaki farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,05) (Şekil 42) (Şekil 43) (Tablo 16).



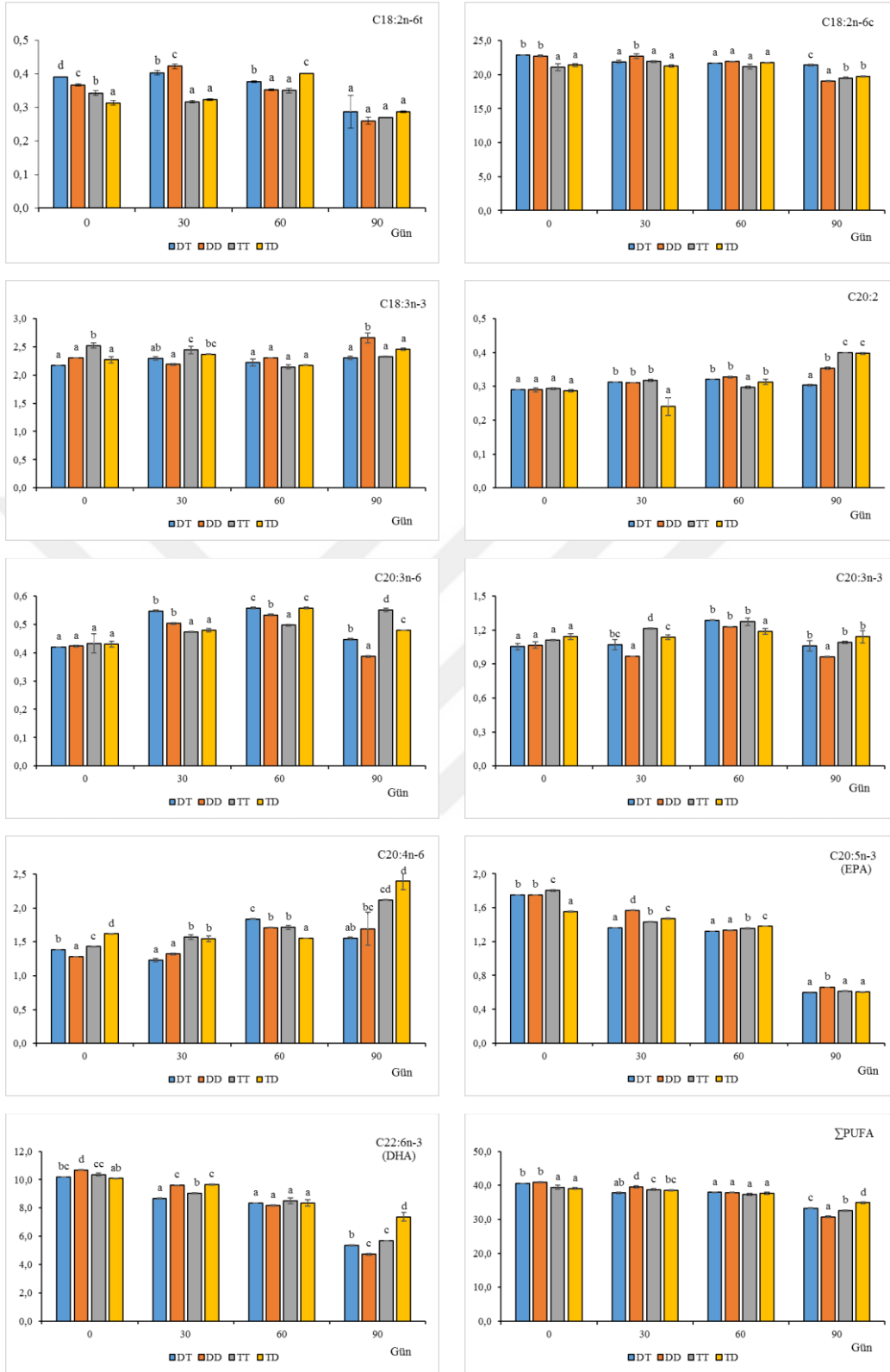
DT: Diploid tatlısu, DD: Diploid deniz suyu, TT: Triploid tatlısu, TD: Triploid deniz suyu grupları.
Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 40. Doymuş yağ asit (SFA) grafikleri



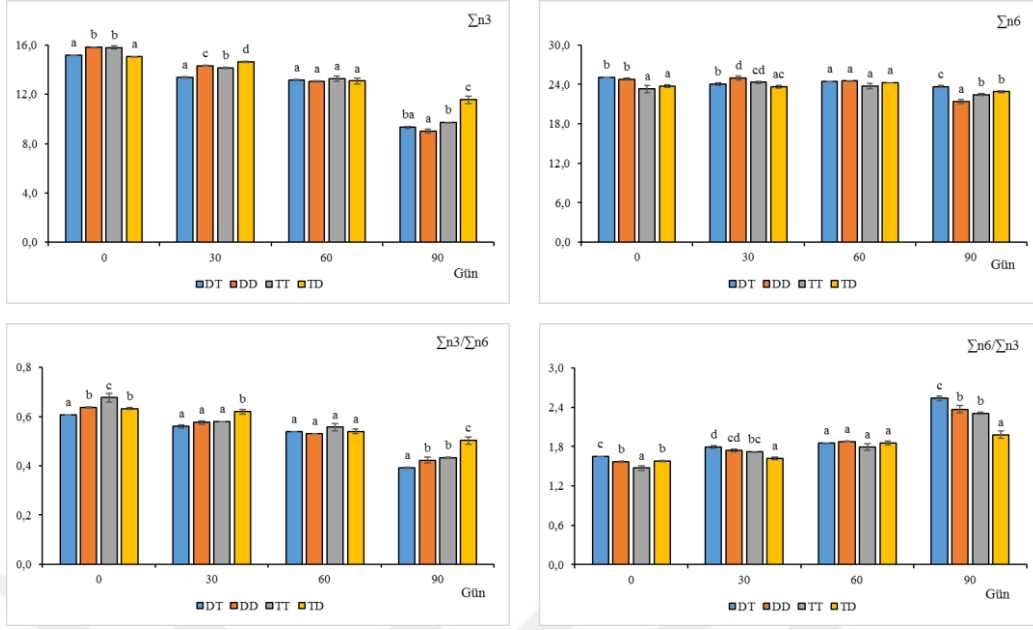
Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 41. Tekli doymamış yağ asit (MUFA) grafikleri



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 42. Çoklu doymamış yağ asit (PUFA) grafikleri



Barlar üzerindeki harfler gruplar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir ($P < 0,05$).

Şekil 43. $\Sigma n3$ ve $\Sigma n6$ grafikleri

Tablo 16. Diploid ve triploid grupların yağ asidi değerleri (%)

Yağ asitleri	Gruplar	Zaman (Gün)			
		0.	30.	60.	90.
C14:0	DT	2,43±0,000 ^a	2,08±0,023 ^a	1,93±0,003 ^b	2,04±0,004 ^a
	DD	2,50±0,003 ^b	2,17±0,009 ^c	1,89±0,007 ^a	2,06±0,000 ^a
	TT	2,49±0,012 ^b	2,12±0,007 ^b	2,03±0,039 ^b	2,15±0,003 ^b
	TD	2,58±0,006 ^c	2,19±0,015 ^c	1,95±0,000 ^b	2,17±0,046 ^b
C15:0	DT	0,40±0,000 ^a	0,32±0,007 ^a	0,31±0,000 ^a	0,32±0,006 ^a
	DD	0,42±0,003 ^b	0,33±0,006 ^a	0,33±0,009 ^b	0,37±0,000 ^b
	TT	0,41±0,006 ^b	0,34±0,008 ^a	0,32±0,000 ^b	0,38±0,005 ^b
	TD	0,42±0,003 ^b	0,34±0,009 ^a	0,33±0,000 ^b	0,36±0,003 ^b
C16:0	DT	12,74±0,003 ^a	12,34±0,158 ^a	11,62±0,003 ^a	12,10±0,105 ^a
	DD	13,05±0,003 ^a	11,75±0,329 ^a	11,41±0,162 ^a	13,80±0,003 ^c
	TT	13,38±0,405 ^a	12,45±0,132 ^a	12,06±0,328 ^a	13,45±0,090 ^b
	TD	13,39±0,169 ^a	12,45±0,217 ^a	11,68±0,000 ^a	13,35±0,003 ^b
C17:0	DT	0,30±0,000 ^c	0,25±0,006 ^a	0,25±0,000 ^b	0,26±0,003 ^c
	DD	0,24±0,003 ^a	0,28±0,000 ^b	0,24±0,003 ^a	0,23±0,003 ^b
	TT	0,28±0,007 ^b	0,27±0,009 ^b	0,25±0,000 ^b	0,22±0,003 ^a
	TD	0,24±0,000 ^a	0,27±0,005 ^b	0,25±0,000 ^b	0,21±0,003 ^a
C18:0	DT	2,88±0,000 ^c	3,03±0,022 ^b	3,21±0,006 ^d	3,02±0,053 ^d
	DD	2,87±0,000 ^c	3,11±0,105 ^b	3,02±0,007 ^b	2,28±0,030 ^a
	TT	2,84±0,006 ^b	2,64±0,062 ^a	2,91±0,003 ^a	2,77±0,003 ^c
	TD	2,72±0,012 ^a	2,70±0,061 ^a	3,08±0,067 ^c	2,65±0,007 ^b
C20:0	DT	0,37±0,000 ^a	0,31±0,003 ^a	0,30±0,000 ^a	0,32±0,007 ^a
	DD	0,38±0,007 ^a	0,34±0,003 ^b	0,30±0,003 ^a	0,32±0,003 ^a
	TT	0,38±0,003 ^a	0,33±0,007 ^{ba}	0,31±0,003 ^a	0,32±0,003 ^a
	TD	0,38±0,003 ^a	0,31±0,003 ^a	0,31±0,006 ^a	0,31±0,003 ^a
C21:0	DT	0,42±0,000 ^a	0,34±0,000 ^a	0,37±0,000 ^a	0,15±0,000 ^a
	DD	0,42±0,003 ^a	0,44±0,006 ^c	0,38±0,003 ^a	0,20±0,000 ^a
	TT	0,43±0,000 ^a	0,41±0,003 ^b	0,40±0,006 ^b	0,84±0,003 ^b
	TD	0,42±0,003 ^a	0,43±0,005 ^c	0,41±0,003 ^b	0,85±0,003 ^b
C:22:0	DT	0,15±0,000 ^b	0,11±0,003 ^a	0,16±0,003 ^a	0,22±0,003 ^a
	DD	0,16±0,000 ^b	0,12±0,000 ^a	0,14±0,000 ^a	0,21±0,000 ^a
	TT	0,16±0,008 ^b	0,15±0,007 ^b	0,33±0,003 ^b	0,35±0,003 ^b
	TD	0,14±0,003 ^a	0,11±0,003 ^a	0,15±0,007 ^a	0,36±0,000 ^b
C24:0	DT	0,29±0,000 ^b	0,33±0,007 ^b	0,24±0,003 ^b	0,24±0,000 ^a
	DD	0,24±0,003 ^a	0,34±0,003 ^b	0,21±0,003 ^a	0,25±0,000 ^b
	TT	0,23±0,010 ^a	0,26±0,000 ^a	0,21±0,000 ^a	0,26±0,003 ^b
	TD	0,24±0,006 ^a	0,34±0,006 ^b	0,25±0,003 ^c	0,25±0,003 ^b
ΣSFA	DT	19,98±0,000 ^a	19,13±0,175 ^a	18,38±0,006 ^{ab}	18,67±0,182 ^a
	DD	20,28±0,007 ^a	18,88±0,382 ^a	17,93±0,153 ^a	19,73±0,029 ^b
	TT	20,61±0,418 ^a	18,98±0,207 ^a	18,81±0,296 ^b	20,74±0,095 ^c
	TD	20,53±0,182 ^a	19,14±0,253 ^a	18,41±0,013 ^b	20,51±0,044 ^c
C14:1	DT	0,12±0,010 ^a	0,10±0,003 ^a	0,09±0,003 ^a	0,10±0,003 ^b
	DD	0,12±0,000 ^a	0,09±0,003 ^a	0,09±0,006 ^a	0,11±0,000 ^b
	TT	0,13±0,012 ^a	0,10±0,003 ^a	0,09±0,000 ^a	0,10±0,003 ^b
	TD	0,12±0,003 ^a	0,10±0,006 ^a	0,09±0,009 ^a	0,09±0,003 ^a
C16:1	DT	2,63±0,000 ^a	2,61±0,007 ^c	2,44±0,000 ^c	2,72±0,007 ^c
	DD	2,55±0,000 ^a	2,52±0,015 ^a	2,28±0,021 ^a	2,62±0,000 ^a
	TT	2,62±0,169 ^a	2,57±0,008 ^b	2,50±0,003 ^d	2,85±0,003 ^d
	TD	2,66±0,012 ^a	2,58±0,009 ^{bc}	2,37±0,000 ^b	2,69±0,003 ^b

Aynı sütundaki sayılar üzerindeki farklı harfler gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir (P<0,05). Tüm parametreler ortalama (±SEM) olarak verilmiştir. DT: Diploid tatlısu, DD: Diploid deniz suyu, TT: Triploid tatlısu, TD: Triploid deniz suyu.

Tablo 16 devamı. Diploid ve triploid grupların yağ asidi değerleri (%)

Yağ asitleri	Gruplar	Zaman (Gün)			
		0.	30.	60.	90.
C18:1n-9t	DT	2,95±0,000 ^a	2,85±0,020 ^a	2,70±0,000 ^a	2,87±0,003 ^a
	DD	3,07±0,003 ^b	2,83±0,006 ^a	2,83±0,009 ^b	2,96±0,003 ^c
	TT	3,21±0,019 ^d	2,83±0,077 ^a	2,85±0,003 ^b	2,94±0,013 ^b
	TD	3,17±0,006 ^c	2,85±0,122 ^a	3,26±0,003 ^c	2,98±0,003 ^c
C18:1n-9c	DT	29,59±0,000 ^a	33,41±0,754 ^a	34,19±0,374 ^a	34,41±0,276 ^a
	DD	29,31±0,061 ^a	31,73±0,337 ^a	34,09±0,107 ^a	33,45±0,488 ^a
	TT	29,82±0,338 ^a	32,74±0,251 ^a	35,14±0,117 ^b	36,62±0,252 ^b
	TD	29,19±0,155 ^a	31,44±0,510 ^a	36,12±0,138 ^c	36,82±0,283 ^b
C20:1n-9	DT	0,67±0,000 ^b	0,57±0,003 ^b	0,58±0,003 ^b	0,58±0,003 ^b
	DD	0,67±0,000 ^b	0,65±0,010 ^c	0,54±0,000 ^a	0,47±0,003 ^a
	TT	0,67±0,005 ^b	0,59±0,011 ^b	0,59±0,007 ^b	0,63±0,006 ^d
	TD	0,58±0,006 ^a	0,54±0,012 ^a	0,60±0,003 ^b	0,61±0,000 ^c
C22:1n-9	DT	0,35±0,003 ^c	0,20±0,003 ^a	0,28±0,003 ^a	0,26±0,009 ^b
	DD	0,30±0,003 ^b	0,21±0,000 ^b	0,20±0,000 ^a	0,20±0,003 ^a
	TT	0,27±0,003 ^a	0,32±0,003 ^c	0,38±0,068 ^b	0,50±0,003 ^d
	TD	0,30±0,003 ^b	0,21±0,003 ^b	0,28±0,006 ^a	0,42±0,003 ^c
C24:1n-9	DT	0,55±0,000 ^b	0,53±0,003 ^a	0,24±0,000 ^a	0,46±0,007 ^b
	DD	0,52±0,000 ^a	0,52±0,009 ^a	0,42±0,003 ^b	0,40±0,003 ^a
	TT	0,53±0,009 ^a	0,67±0,009 ^b	0,59±0,000 ^c	0,48±0,000 ^c
	TD	0,52±0,006 ^a	0,72±0,007 ^c	0,62±0,003 ^d	0,46±0,006 ^b
Σ MUFA	DT	36,86±0,007^a	40,28±0,780^a	40,53±0,371^a	41,40±0,284^b
	DD	36,54±0,049^a	38,56±0,336^a	40,46±0,092^a	40,22±0,487^a
	TT	37,24±0,303^a	39,82±0,297^a	42,15±0,157^b	44,11±0,237^c
	TD	36,54±0,171^a	38,45±0,489^a	43,33±0,140^c	44,07±0,283^c
C18:2n-6t	DT	0,39±0,000 ^d	0,40±0,007 ^b	0,38±0,003 ^b	0,29±0,050 ^a
	DD	0,37±0,003 ^c	0,42±0,007 ^c	0,35±0,003 ^a	0,26±0,010 ^a
	TT	0,34±0,007 ^b	0,32±0,003 ^a	0,35±0,007 ^a	0,27±0,000 ^a
	TD	0,31±0,007 ^a	0,32±0,003 ^a	0,40±0,000 ^c	0,29±0,003 ^a
C18:2n-6c	DT	22,88±0,007 ^b	21,87±0,209 ^a	21,67±0,003 ^a	21,39±0,106 ^c
	DD	22,73±0,135 ^b	22,71±0,328 ^b	21,91±0,023 ^a	19,03±0,107 ^a
	TT	21,09±0,528 ^a	21,93±0,135 ^a	21,19±0,350 ^a	19,49±0,130 ^b
	TD	21,39±0,183 ^a	21,29±0,166 ^a	21,74±0,035 ^a	19,72±0,070 ^b
C18:3n-3	DT	2,17±0,000 ^a	2,30±0,032 ^{ab}	2,22±0,060 ^a	2,30±0,033 ^a
	DD	2,30±0,003 ^a	2,19±0,019 ^a	2,30±0,000 ^a	2,66±0,087 ^b
	TT	2,52±0,049 ^b	2,44±0,066 ^c	2,14±0,037 ^a	2,32±0,009 ^a
	TD	2,27±0,055 ^a	2,37±0,010 ^{bc}	2,17±0,003 ^a	2,46±0,024 ^a
C20:2	DT	0,29±0,000 ^a	0,31±0,000 ^b	0,32±0,000 ^b	0,30±0,003 ^a
	DD	0,29±0,006 ^a	0,31±0,000 ^b	0,33±0,003 ^b	0,35±0,003 ^b
	TT	0,29±0,003 ^a	0,32±0,003 ^b	0,30±0,003 ^a	0,40±0,000 ^c
	TD	0,29±0,003 ^a	0,24±0,027 ^a	0,31±0,007 ^b	0,40±0,003 ^c
C20:3n-6	DT	0,42±0,000 ^a	0,55±0,003 ^c	0,56±0,003 ^c	0,45±0,003 ^b
	DD	0,42±0,003 ^a	0,50±0,003 ^b	0,53±0,003 ^b	0,39±0,003 ^a
	TT	0,43±0,033 ^a	0,47±0,003 ^a	0,50±0,003 ^a	0,55±0,006 ^d
	TD	0,43±0,010 ^a	0,48±0,006 ^a	0,56±0,003 ^c	0,48±0,000 ^c
C20:3n-3	DT	1,05±0,029 ^a	1,07±0,044 ^{bc}	1,29±0,003 ^b	1,06±0,046 ^b
	DD	1,07±0,030 ^a	0,97±0,000 ^a	1,23±0,003 ^b	0,96±0,007 ^a
	TT	1,11±0,006 ^a	1,21±0,003 ^d	1,27±0,032 ^b	1,09±0,010 ^b
	TD	1,14±0,026 ^a	1,14±0,021 ^c	1,19±0,024 ^a	1,14±0,053 ^b

Aynı sütundaki sayılar üzerindeki farklı harfler gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir ($P<0,05$). Tüm parametreler ortalama ($\pm$ SEM) olarak verilmiştir. DT: Diploid tatlısu, DD: Diploid deniz suyu, TT: Triploid tatlısu, TD: Triploid deniz suyu.

Tablo 16 devamı. Diploid ve triploid grupların yağ asidi değerleri (%)

Yağ asitleri	Gruplar	Zaman (Gün)			
		0.	30.	60.	90.
C20:4n-6	DT	1,38±0,000 ^b	1,23±0,026 ^a	1,84±0,003 ^c	1,56±0,009 ^{ab}
	DD	1,28±0,000 ^a	1,32±0,012 ^a	1,71±0,006 ^b	1,69±0,245 ^{bc}
	TT	1,43±0,006 ^c	1,57±0,035 ^b	1,71±0,029 ^b	2,12±0,003 ^{cd}
	TD	1,62±0,007 ^d	1,55±0,042 ^b	1,55±0,003 ^a	2,39±0,128 ^d
C20:5n-3 (EPA)	DT	1,75±0,003 ^b	1,36±0,000 ^a	1,32±0,003 ^a	0,60±0,006 ^a
	DD	1,75±0,000 ^b	1,57±0,006 ^d	1,33±0,003 ^a	0,66±0,000 ^b
	TT	1,80±0,009 ^c	1,43±0,003 ^b	1,35±0,007 ^b	0,61±0,003 ^a
	TD	1,55±0,008 ^a	1,47±0,007 ^c	1,38±0,000 ^c	0,60±0,003 ^a
C22:6n-3 (DHA)	DT	10,20±0,000 ^{bc}	8,66±0,049 ^a	8,35±0,000 ^a	5,36±0,048 ^b
	DD	10,69±0,006 ^d	9,60±0,015 ^c	8,18±0,038 ^a	4,73±0,068 ^a
	TT	10,36±0,105 ^c	9,05±0,032 ^b	8,50±0,215 ^a	5,67±0,007 ^c
	TD	10,08±0,014 ^{ab}	9,66±0,040 ^c	8,35±0,230 ^a	7,37±0,307 ^d
ΣPUFA	DT	40,53±0,024 ^b	37,75±0,204 ^{ab}	37,93±0,064 ^a	33,31±0,153 ^c
	DD	40,90±0,125 ^b	39,59±0,344 ^d	37,88±0,058 ^a	30,73±0,297 ^a
	TT	39,39±0,600 ^a	38,75±0,232 ^c	37,32±0,416 ^a	32,53±0,137 ^b
	TD	39,09±0,233 ^a	38,52±0,130 ^{bc}	37,65±0,278 ^a	34,85±0,291 ^d
Σn3	DT	15,18±0,027 ^a	13,39±0,055 ^a	13,18±0,060 ^a	9,33±0,095 ^{ba}
	DD	15,82±0,035 ^b	14,32±0,018 ^c	13,04±0,038 ^a	9,02±0,147 ^a
	TT	15,80±0,129 ^b	14,14±0,071 ^b	13,27±0,239 ^a	9,71±0,019 ^b
	TD	15,05±0,047 ^a	14,64±0,063 ^d	13,08±0,245 ^a	11,57±0,298 ^c
Σn6	DT	25,06±0,003 ^b	24,05±0,221 ^b	24,43±0,007 ^a	23,67±0,154 ^c
	DD	24,80±0,135 ^b	24,96±0,331 ^d	24,51±0,026 ^a	21,36±0,300 ^a
	TT	23,30±0,551 ^a	24,30±0,162 ^{cd}	23,75±0,379 ^a	22,43±0,136 ^b
	TD	23,75±0,198 ^a	23,64±0,204 ^{ac}	24,26±0,038 ^a	22,88±0,193 ^b
Σn3/Σn6	DT	0,61±0,001 ^a	0,56±0,006 ^a	0,54±0,000 ^a	0,39±0,003 ^a
	DD	0,64±0,003 ^b	0,58±0,007 ^a	0,53±0,000 ^a	0,42±0,012 ^b
	TT	0,68±0,018 ^c	0,58±0,000 ^a	0,56±0,015 ^a	0,43±0,003 ^b
	TD	0,63±0,003 ^b	0,62±0,010 ^b	0,54±0,010 ^a	0,50±0,015 ^c
Σn6/Σn3	DT	1,65±0,003 ^c	1,80±0,020 ^d	1,85±0,006 ^a	2,54±0,034 ^c
	DD	1,57±0,012 ^b	1,74±0,022 ^{cd}	1,88±0,005 ^a	2,37±0,056 ^b
	TT	1,47±0,035 ^a	1,72±0,006 ^{bc}	1,79±0,049 ^a	2,31±0,015 ^b
	TD	1,58±0,012 ^b	1,62±0,022 ^a	1,85±0,033 ^a	1,98±0,056 ^a

Aynı sütundaki sayılar üzerindeki farklı harfler gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir (P<0,05). Tüm parametreler ortalama (±SEM) olarak verilmiştir. DT: Diploid tatlısu, DD: Diploid deniz suyu, TT: Triploid tatlısu, TD: Triploid deniz suyu.

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

3.1. Döllenme, Çıkış, Deformasyon ve Larval Yaşama Oranları

Salmonid türlerinde döllenme oranları, çıkış oranları, deformasyon ve larval yaşama oranları türden türe değişebilmektedir. Karadeniz alabalığında yapılan bazı çalışmalarda farklı döllenme oranları elde edilmiştir. Sonay, (2008), Alp vd. (2010) ve Firidin vd. (2012), yaptıkları çalışmalarda sırasıyla %97,0-98,5, %90,17 ve %96,53'lük döllenme oranı elde ettiklerini raporlamışlardır.

Bu tezde gruplar arasında döllenme oranı bakımından farklılık olmadığı belirlenmiştir (Tablo 7). Çalışma bu yönüyle triploidinin döllenme oranı üzerine negatif etkisi olmadığını belirten Kankaya, (1998) ve Aydın, (2008) kaynaklarıyla benzerlik göstermiştir.

Triploidizasyon yapılan gruplar ile kontrol ve kör kontrol grupları arasında çıkış oranı, deformasyon ve larval yaşama oranları bakımından farklılık olduğu belirlenmiştir. Kontrol ve kör kontrol gruplarından elde edilen çıkış oranları ve larval yaşama oranları triploidizasyon uygulamaları yapılan tüm gruplardan daha yüksek bulunurken, deformasyon oranları düşük bulunmuştur. Bu durum triploidinin çıkış oranı, larval yaşama oranı ve deformasyon oranı üzerine negatif etkisi olduğunu göstermektedir. Uygulanan basınç miktarları arttıkça çıkış oranlarının ve larval yaşama oranlarının azaldığı, deformasyon oranlarının arttığı tespit edilmiştir. Tez, triploidi uygulanmış gökkuşağı alabalığında, kahverengi alabalıklarda ve Karadeniz alabalığında diploid yumurtaların triploid yumurtalardan daha yüksek çıkış oranına sahip olduğunu raporlayan Arai ve Wilkins (1987), Quillet vd. (1991), Sonay (2013), Babaheydari vd. (2016) ve Bazaz vd. (2021) çalışmalarıyla uyumludur. Aynı şekilde Crozier ve Moffet (1989) ve Preston, (2014)'ün kahverengi alabalıkta, Dubé vd. (1991)'in kaynak alabalığında, Blanc vd. (2000) ve Kenanoğlu vd. (2012)'nin gökkuşağı alabalığında, Taylor, (2011) ve Wu vd. (2020)'nin Atlantik salmonunda Sonay, (2013)'ün Karadeniz alabalığında ve Lahnsteiner ve Kletzl (2018)'in göl alabalıkları (*Salmo trutta f. lacustris*) ve (*Salvelinus umbla*)'da uyguladıkları ploid sonucunda elde edilen triploid grupların diploid gruplardan daha düşük yaşama oranı gösterdiğini belirttikleri çalışmalarla da benzerlik göstermiştir.

Taylor (2011), Atlantik salmonunda basınç şoku uygulamasıyla triploidizasyon çalışmasında uygulama yapılan ve yapılmayan gruplarda $1,2 \pm 0,2$ ile $1,6 \pm 0,5$ arasında deformasyon oranı belirlerken, Preston (2014), kahverengi alabalıklarda diploid ve triploid gruplarda $0,2 \pm 0,3$ ile $2,1 \pm 0,5$ arasında deformasyon oranı belirlemiştir. Tezde ise diploid ve triploid gruplarda $0,20 \pm 0,12$ ile $1,23 \pm 0,08$ arasında deformasyon oranı tespit edilmiştir.

3.2. Eritrosit ve Çekirdek Ölçümleri ve Triploid Oranının Belirlenmesi

Triploidizasyon uygulaması yapılan gruplardan deneme çalışmaları için yeter sayıda balık olan 6 grupta yapılan ölçümler sonucunda döllenmeden sonra 50. dakikada yapılan uygulamalarda %100 triploid oranı elde edilmiştir (Tablo 9). Döllenmeden sonra geçen süre azaldıkça triploid oranları düşmüştür.

Chourrout (1984), çalışmasında $9,4^{\circ}\text{C}$ de inkübe edilen gökkuşağı alabalığı yumurtalarına döllenmeden sonra 40. dakikada 2 ile 12 dk. sürelerince 6.000 ve 7.000 psi basınç miktarları uygulayarak triploidizasyon denemeleri gerçekleştirmiş ve %100 triploid oranını 7 dk süresince uyguladığı 7.000 psi basınç uygulamasında elde etmiştir.

Yesaki vd. (1996), gökkuşağı alabalığı yumurtalarına 5 dk. süresince 8.500-9.500 psi basınç miktarlarını döllenmeden sonra 25. ve 40. dakikalarda uygulamıştır. 25. dakika 8.500 psi uygulamasında % 5 triploid oranı, 25. dakika 9.500 psi uygulamasında % 80 triploid oranı, 40. dakika 8.500 uygulamasında % 68 triploid oranı ve 40. dakika 9.500 psi uygulamasında ise %100 triploid oranı elde etmişlerdir.

Hamor vd. (1996), gökkuşağı alabalığı yumurtalarına 4 dk. süresince 6.000, 8.000 ve 10.000 psi basınç miktarlarını döllenmeden sonra 10, 20 ve 30. dakikalarda uygulamış ve en düşük triploid oranını %17 ile 10. dakikada 6.000 psi basınç uygulamasında, %100 triploid oranını ise 30. dakikada 10.000 psi basınç uygulamasında elde etmişlerdir.

Loopstra ve Hansen (2008), gökkuşağı alabalığı yumurtalarına döllenmeden sonra 36, 47 ve 59. dakikalarda 5 dk. boyunca 9.000, 9.500 ve 10.000 psi basınç uygulamış, 36. dakikada 9.000 psi basınç uygulamasında % 82,2, 47 ve 59. dakikalarda 9.500 psi uygulamalarında % 99,1 triploid oranı, 36 dakikada 10.000 psi basınç uygulamasında ise %100 triploid oranı elde etmişlerdir.

Preston vd. (2013), kahverengi alabalık yumurtalarına döllemeden sonra 25 ile 50. dakikalar arasında farklı zamanlarda 4,5,6,7 ve 8 dk. sürelerince 9.500, 10.000, 10.500 ve 11.000 psi basınç miktarları uygulayarak %82,5 ile %100 arasında değişen triploid oranları elde etmişlerdir.

Lahnsteiner ve Kletzl (2018), göl alabalıkları (*Salmo trutta f. lacustris* ve *Salvelinus umbla*) yumurtalarına döllemeden sonra 15 ile 40. dakikalar arasında 5 dk. boyunca 8.800, 9.500 ve 10.300 psi basınç miktarları uygulayarak % 13,3 ile %100 arasında değişen triploid oranları elde etmişlerdir. %13,3'lük triploid oranını 15. dakikada elde ederken %100 triploid oranını 35 ve 40. dakikalarda elde etmişlerdir. Bu çalışmalar, tezde elde edilen basınç uygulamalarında dölleme sonrası geçen sürenin kısa olması durumunda triploid oranında azalma olduğu sonucuyla uyumluluk göstermişlerdir. Ancak uygulama zamanları, uygulanacak basınç miktarları ve süreler bakımından görülen farklılıklar uygulama yapılan türlerin farklılığından, inkübasyon suyu kalite parametrelerinden, yumurta ve sperm kalitelerinden ve uygulama farklılıklarından kaynaklanmış olabilir.

Çalışmada triploid oranlarını belirlemek amacıyla eritrosit ve çekirdek ölçümleri yapılmıştır. Ölçümleri yapılan eritrosit ve çekirdek uzunluk ve genişlikleri diploid ve triploid gruplar arasında farklılığı ortaya koymuştur.

Stillwell (1997), kaynak alabalıklarında yaptığı eritrosit ve çekirdek ölçümlerinde diploid ve triploid eritrosit uzunluklarını sırasıyla 14,98-18,37 µm, genişliğini ise 9,66-11,29 µm bulurken, eritrosit çekirdeklerinin uzunluğunu 7,62-9,53 µm genişliğini ise 3,97-4,42 µm olarak belirlemiştir.

Dorafshan vd. (2008), diploid ve triploid Aras alabalığında sırasıyla eritrosit uzunluğunu 13,6-17,3 µm, genişliğini ise 7,8-9,5 µm, eritrosit çekirdek uzunluğunu 6-7,8 µm ve genişliğini ise 3,26-3,47 µm olarak tespit etmişlerdir.

Kenanoğlu vd. (2012)'nin diploid ve triploid gökkuşağı alabalıklarında belirledikleri eritrosit ve çekirdek uzunluk ve genişlik verilerini sırasıyla; 6,65-5,15 ve 3,43-3,08 µm; 3,26-2,46 ve 1,44-1,34 µm olarak belirlemiştir.

Akhan vd. (2011a), Sonay, (2013) ve Çakmak vd. (2019a)'nın çalışmalarında belirledikleri diploid ve triploid Karadeniz alabalığı eritrosit ve çekirdek verileri bu çalışma ile benzerlik göstermiştir. Akhan vd. (2011a), diploid ve triploidlara ait eritrosit uzunluk ve genişliklerini sırasıyla; 14,29-17,22 µm; 7,85-10,27 µm ve

çekirdek uzunluk ve genişliklerini sırasıyla 6,76-8,83 µm ve 4,10-5,21 µm olarak belirlemişlerdir. Sonay (2013), diploid ve triploidlere ait eritrosit uzunluk ve genişliklerini sırasıyla; 14,66-17,08 µm; 7,58-10,93 µm ve çekirdek uzunluk ve genişliklerini sırasıyla 7,05-8,01 µm ve 4,00-5,10 µm olarak belirlemiştir. Çakmak vd. (2019a) ise diploid ve triploidlere ait eritrosit uzunluk ve genişliklerini sırasıyla; 16,11-21,24 µm; 9,72-12,07 µm ve çekirdek uzunluk ve genişliklerini sırasıyla 7,33-9,75 µm ve 3,96-4,11 µm olarak belirlemişlerdir.

Preston (2014), çalışmasında diploid ve triploid kahverengi alabalıklarına ait eritrosit uzunluk ve genişliklerini ve çekirdek uzunluk ve genişliklerini sırasıyla; 20,50-26,66 µm; 11,74-12,95 µm; 6,11-8,34 µm ve 4,46-5,34 µm olarak belirlemiştir.

Lahnsteiner ve Kletzl (2018), diploid ve triploid *Salmo trutta f. lacustris*'in eritrosit uzunluklarını sırasıyla; 14,0-18,6 µm, genişliklerini ise 9,2-10,0 µm olarak belirlemişlerdir. Çekirdek uzunluk ve genişlikleri ise sırasıyla; 6,1-9,5 µm ve 4,3-4,6 µm bulunmuştur. Aynı çalışmada *Salvelinus umbla*'nın diploid ve triploid bireylerinin eritrosit ve çekirdek ölçümleri sırasıyla; 17,3-22,5 µm; 10,7-11,6 µm; 7,6-10,7 µm ve 4,1-4,7 µm olarak belirlenmiştir. Her iki türün diploid ve triploid bireylerinin eritrosit ve çekirdek uzunlukları arasında istatistiki açıdan anlamlı farklar oluşurken genişlikleri benzer bulunmuştur.

Bu çalışma ile yapılan çalışmalar arasında eritrosit ve çekirdek uzunluk ve genişlik değerleri açısından oluşan sayısal farklılıklar balık türlerinin farklı boyutta eritrositlere sahip olmasından kaynaklanmıştır. Ancak bu çalışmada olduğu gibi tüm çalışmalarda da triploidlerin eritrosit ve çekirdek verileri diploidlerden daha yüksek bulunmuş ve triploidizasyonun eritrosit ve çekirdek uzunluk ve genişliklerini artırdığı belirlenmiştir.

3.3. Triploidizasyonun Büyüme Performansı Üzerine Etkileri

Bu tezde, tatlısu ve deniz suyu koşullarında diploid ve triploid Karadeniz alabalıklarının büyüme performansları karşılaştırılmış ve triploid bireylerin diploid bireylerden hem tatlısuda hem de deniz suyunda daha yüksek büyüme performansı gösterdiği belirlenmiştir.

Galbreath vd. (1994), yapmış olduğu çalışmada erken dönemde Atlantik salmonunun triploid bireylerinin daha hızlı büyüme sergilediğini belirlemişlerdir. Tez verileri bu çalışma ile benzerlik göstermiştir.

McGeachy vd. (1995), yaptıkları çalışmada pazar boyuna kadar büyütölen Atlantik salmonlarının triploid bireylerinin diploidlerden daha yüksek büyüme oranları sergilediklerini belirtmişlerdir. Bu çalışma tezde elde edilen triploid bireylerin büyüme performansı sonuçlarını desteklemektedir.

Benfey ve Biron (2000), yaptıkları çalışmada 250 g ve üzeri boya kadar büyüttükleri triploid kaynak alabalıklarının diploidlerden daha hızlı büyüdüklerini belirtmişlerdir. Çalışma verileri tez verilerini destekler niteliktedir.

Schafhauser-Smith ve Benfey (2001a), tarafından yapılan çalışmada, triploid Atlantik salmonlarının diploid bireylere göre %12 daha yüksek SBO ve %15 daha iyi KF değerlerine sahip olduğu rapor etmişlerdir. Bu durum, triploid balıkların büyüme enerjisini daha etkin bir şekilde somatik dokulara yönlendirdiğini ve bu sayede yem dönüşüm oranlarında belirgin bir avantaj sağladığını ortaya koymaktadır ve tezde elde edilen verilerle benzerlik göstermektedir.

Teuscher vd. (2003), *Oncorhynchus mykiss* türünde triploid bireylerin diploid bireylerle benzer büyüme oranları sergilediğini belirtmişlerdir.

Leclercq vd. (2011), triploid Atlantik salmonlarının önce tatlısudaki daha sonra aynı grubun deniz suyundaki büyüme performanslarını takip ettikleri çalışmalarında triploid grupların hem tatlısuda hemde deniz suyunda diploidlerden daha fazla ağırlık artışına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Çalışma bu yönüyle tez çalışmasında triploid grupların her iki su ortamında da diploidlerden daha fazla ağırlık artışına sahip olduğu sonucuyla örtüşmektedir.

Kızak vd. (2013), triploid ve diploid dere alabalıklarının (*Salmo trutta fario*) gelişimlerini inceledikleri çalışmalarında triploid balıkların diploidlerden daha fazla canlı ağırlık artışı gösterdiklerini belirlemişlerdir. Elde edilen bu sonuç tez sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Fraser vd. (2013), yaptıkları çalışmada triploid ve diploid Atlantik salmonlarının büyüme performansı ve deformasyon oranlarını incelenmişlerdir. Çalışma bulguları, triploidlerin tatlısuda diploidlerden daha üstün büyüme performansı sergilediğini ve deformasyon oranının triploidlerde daha yüksek olduğunu

göstermiştir. Bu bulgular tez çalışmasında elde edilen büyüme performansı ve deformasyon oranı sonuçlarını destekler niteliktedir.

Weber vd. (2014), triploid ve diploidlerin büyüme performansı ve yem dönüşüm oranlarında farklılıkların üreme dönemine gelindiğinde belirginleştiğini ifade ettiği çalışmasında, triploid gökkuşağı alabalıklarının üreme faaliyetlerine enerji harcayan diploid bireylere kıyasla daha verimli olduğunu vurgulamıştır. Bu çalışma, tez çalışmasında elde edilen triploid Karadeniz alabalıklarının diploid bireylerden daha üstün büyüme performansı gösterdiği sonucunu desteklemektedir.

Sacobie vd. (2015) ve Fraser vd., (2021) yaptıkları çalışmalarda triploid Atlantik salmonlarının yetiştiricilik koşullarında büyüme performanslarının, diploid bireylerin gerisinde kaldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmalarda elde edilen veriler tez sonuçları ile farklılık arz etmiştir.

Chapinduka vd. (2022), çalışmasında triploid gökkuşağı alabalıklarında %10-15 daha etkin yem dönüşüm oranı elde edildiğini ve triploid bireylerin kondisyon faktörlerinin diploid bireylerden daha yüksek olduğunu raporlamıştır. Bu sonuçlar tezde elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir.

Meng vd. (2022), gökkuşağı alabalıklarında yapmış oldukları çalışmalarında triploid bireylerin enerji verimliliğinin çevresel koşullara duyarlı olduğunu ve bu bireylerin özellikle yüksek yoğunluklu yetiştiricilik sistemlerinde üstün performans sergilediğini rapor etmiştir. Çalışma, triploid balıkların düşük stres koşullarında daha iyi enerji dağılımı yaparak büyüme hızlarını artırdığını ortaya koymaktadır. Bu bilgiler tez çalışmasında triploid bireylerin tatlısuda deniz suyundan daha üstün büyüme performansı gösterdiği sonucunu desteklemektedir.

Sonay vd. (2024), tarafından yapılan güncel bir araştırmada, triploid bireylerin hem büyüme hızında hem de yem dönüşüm oranlarında üstün performans sergilediği, bu özelliklerin özellikle yüksek yoğunluklu yetiştirme koşullarında belirgin olduğu bildirilmiştir. Triploid bireylerin yem kullanımı konusundaki etkinliği, yetiştiricilik maliyetlerini düşürmekte ve sürdürülebilirlik açısından olumlu katkılar sağlamaktadır.

Çalışmamızda triploid gruplar hem tatlısuda hem de deniz suyunda daha fazla boy, ağırlık ve spesifik büyüme göstermiştir. Ayrıca, diploid ve triploid gruplar kendi içinde değerlendirildiğinde tatlısu ve deniz suyunda meydana gelen büyüme performansı farklılıklarının smoltifikasyon sürecinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Diploid ve triploid balıklar deniz suyuna transfer edildikten sonra eksik smoltifikasyon nedeniyle büyüme ve yaşama oranı deniz suyunda farklılık göstermiştir (Taylor vd., 2011, 2012). Bu sonuçlar, triploid balıkların yaşam koşullarına daha iyi adapte olabildiklerini ve daha yüksek hayatta kalma oranlarına sahip olduklarını göstermektedir (Piferrer vd., 2009; Fraser vd., 2021). Yaşama oranları dikkate alındığında triploidler diploidlerden daha fazla yaşama oranına sahiptir. Bu oran önceki bazı çalışmalarla benzerlik gösterirken Fraser vd. (2022), bazıları ile farklılık ortaya koymuştur (Galbreath vd., 1994; McGeachy vd., 1996).

3.4. Kan Parametreleri

Bu çalışmada hematolojik kan parametrelerindeki değişimler ve farklı dönemlerdeki dalgalanmalar, fizyolojik ve çevresel faktörlerdeki değişikliklerden kaynaklanıyor olabilir. Balıklarda kan değerlerini etkileyen faktörler nedeniyle, elde edilen sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Triploid balıklarda çekirdekli ve oksijen bağlayıcı hemoglobin içeren daha az sayıda ancak daha büyük eritrositler bulunur. Triploid balıklarda kan hemoglobin konsantrasyonunun düşük olması beklenir (Sadler vd.,2000; Jamalzadeh vd., 2008). Ancak bu çalışmada, hemoglobin değerleri bazı ölçümlerde farklılık gösterse de, tüm çalışmada diploidler ve triploidler arasında önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Triploidlerde, kan hücresi sayısındaki azalmaya rağmen hematokrit ve hemoglobin seviyeleri triploidler ve diploidler arasında farklı olmamıştır. Bu sonuçlar, triploidlerde kan hücresi sayısının azalmasına rağmen hematokrit ve hemoglobin düzeylerinin triploidler ve diploidler arasında farklı olmaması yönüyle Benfey, (1999)'un triploid kaynak alabalığıyla, Sadler vd., (2000)'nin triploid Atlantik salmonuyla ve Benfey ve Biron, (2000)'nin gökkuşağı alabalığı ve kaynak alabalığıyla yaptığı çalışmalarıyla benzerlik göstermiştir.

3.5. Smoltifikasyon

Smoltifikasyon, tatlısudan tuzlu suya geçiş yapan salmonid balıklarda kritik bir adaptasyon sürecidir ve bu sürecin başarılı bir şekilde tamamlanması, balıkların hayatta kalma ve büyüme oranlarını doğrudan etkilemektedir (Langdon, 2019; Morera vd., 2021). Tezde, triploid balıkların bu adaptasyon sürecindeki performansını

değerlendirmek ve yetiştiricilik açısından önemli bulguları ortaya koymak amacıyla diploid ve triploid balık gruplarında tatlısu ve deniz suyu ortamlarında kan plazması, kortizol, glukoz, Ca, Cl, Na ve K değişimleri gözlemlenmiştir. Stresin önemli bir biyokimyasal göstergesi olan kortizol hormonunun değişimleri; kortizol seviyelerinin tatlısu gruplarında deniz suyu gruplarına kıyasla daha düşük bulunması, tatlısu ortamının balıklarda daha az stres oluşturduğunu ve deniz suyuna adaptasyon sürecinin etkilerini düşündürmektedir. Bununla birlikte, triploid grupların kortizol değerlerinin tatlısuda diploid gruplardan daha düşük, ancak deniz suyunda daha yüksek olması, triploid balıkların tuzluluğa bağlı stres yanıtlarının farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, triploid balıkların tuzluluk değişimlerine adaptasyon kapasitelerinin diploidlerden farklı olabileceğini işaret etmektedir ve Hansen vd., 2015; Sambarus vd., 2018; De Fonseka vd., 2022 çalışmalarında sıcaklık, oksijen ve tuzluluk gibi su parametrelerindeki değişikliklere triploid Atlantik salmonlarının diploidlerden daha hassas olduklarını belirten verilerle benzerlik göstermektedir.

Kurtoğlu, 2002; Kurtoğlu ve Çelikkale 2016 çalışmalarında Karadeniz alabalığının smoltifikasyon sürecinde balıkların kan plazma sodyum ve klor iyon seviyelerinin ilk 3 günde ani olarak arttığı tespit edilmiştir. Aynı çalışmada potasyum iyon seviyesi 17. güne kadar azalmıştır. Fizyolojik adaptasyon süresi 11,3-11,5 cm'lik balıklarda 17 gün sürdüğü bildirilmiştir. Tezde ise benzer olarak, diploid ve triploid gruplar plazma Ca, Cl, Na ve K değerlerine göre benzerlik ve farklılıklar göstermiştir. Cl değeri 24. günde, Ca ve Na değerleri 17. günde en yüksek seviyeye ulaşırken sadece Na değeri deniz suyunda diploid ve triploidler arasında farklılık göstermiştir.

Triploid ve diploid gruplar tatlısuda ve deniz suyunda klor değerleri bakımından benzer eğriler oluştururken, gruplar arasında önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Bununla birlikte, deniz suyu gruplarındaki daha yüksek klor seviyeleri, deniz suyunun klor iyonları bakımından zengin olmasıyla açıklanabilir ve bu durum smoltifikasyon süreciyle de ilişkilendirilebilir. Çalışmanın 24. gününe kadar yükselen klor seviyelerinin sonraki günlerde düşerek sabit seviyelerde seyretmesi balıkların deniz suyunda iyon dengesini sağladığını ve smoltifikasyon sürecini tamamladığını göstermektedir (Rutkovska vd., 2019; Mota vd., 2024). Sodyum değerlerinin deniz suyu gruplarında daha yüksek olması beklenen bir bulgu olarak

smoltifikasyonun önemli bir göstergesi olmuştur. Diploid deniz gruplarında 7. güne kadar artış gösteren sodyum değerlerinin devam eden günlerde düşmesi, bu balıkların smoltifikasyon sürecine daha hızlı yanıt verdiğini göstermektedir. Bununla birlikte, triploid deniz gruplarında en yüksek sodyum değerine 17. günde ulaşılmış ve sonrasında değerler zamanla azalmıştır. Bu durum triploidlerin smoltifikasyon sürecinde diploidlerden farklı bir adaptasyon yolu izlediğini ve sodyum iyon dengesini daha geç sağladığını ifade etmektedir. Her iki su ortamında da potasyum değerleri diploid ve triploid gruplarda benzerlik göstermiştir.

3.6. Besin Kompozisyonu Analizleri

Diploid ve triploid Karadeniz alabalıklarının tatlısu ve deniz suyu ortamlarında büyütülerek balıkların kas dokusunda besin madde içerikleri, amino asit profilleri ve yağ asidi kompozisyonlarındaki farklılıkların belirlendiği bu çalışmada, protein ve yağ oranları çalışma boyunca triploid gruplarda daha yüksek bulunmuştur. Protein oranının triploid gruplarda daha yüksek bulunması sonucu triploid gruplarda daha yüksek protein oranı belirleyen Wang vd. (2015) ve Wang ve Han (2017) çalışmalarıyla benzerlik göstermiştir.

Diploid balıklarda gonad gelişimine harcanan enerji, triploid balıklarda gonad gelişimi yerine büyüme için kullanılmaktadır. Ayrıca diploid balıklarda üreme döneminde, iç organlardaki ve kaslardaki yağlar üreme işlevlerinde kullanılır. Bu minvalde, kaslardaki yağların kullanılabilmesi için kaslardan gonadlara yağ transferi gerçekleşmektedir. Triploidlerde ise gonadal gelişimin olmaması nedeniyle yağlar kas dokuda depolanabilmektedir (Arjona vd., 2008; Jia vd., 2010; Gündüz vd., 2011). Çalışmada triploid gruplarda daha yüksek yağ oranı belirlenmesi bu bilgiler ile örtüşmektedir. Ayrıca bu çalışma, Atlantik salmonu (Burke, 2009), gökkuşağı alabalığı (Poontawee vd., 2007; Wang ve Han 2017; Everson vd., 2021; Baki ve Öztürk 2023), kahverengi alabalık (Regost vd., 2001) ve Karadeniz alabalığı (Sonay, 2013; Sonay vd., 2024) triploid gruplarda daha yüksek yağ oranı belirlenen çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

Amino asit analizlerinde, 20 amino asidin değeri tespit edilmiş ve 0, 30, 60 ve 90. günlerde belirlenen amino asit değerleri gruplar arasında farklılık oluşturmuştur. Çalışma boyunca aspartik asit değerleri diploid gruplarda $2,81 \pm 0,01$ - $8,54 \pm 0,01$ g/100g

aralığında değişkenlik gösterirken, triploid gruplarda $3,55\pm0,01$ - $7,97\pm0,01$ g/100g arasında tespit edilmiş ve tüm zaman dilimlerinde gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0,05$). Gruplar arasındaki bu farklılıklar aspartik asidin hormon üretiminde, sinir iletiminde ve sinir sistemi fonksiyonlarında ve büyümede kullanılan önemli bir amino asit olmasına bağlanabilir (Zuraini vd., 2006). Farklı salmonid türlerinde amino asit içeriklerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalardan; Sabetian vd. (2012)'nin 500g ve üzeri gökkuşağı alabalıklarında yaptığı amino asit analizlerinde aspartik asit değerini 8,96 g/100g bulmuştur. Kaya vd. (2014) kahverengi alabalıklarda bu değeri ortalama $1,92\pm0,01$ g/100g olarak tespit etmiştir. Wang vd. (2015), 100 g ve üzeri diploid ve triploid Masu salmonlarında aspartik asit değerlerini diploidlerde $1,63\pm0,03$ g/100g, triploidlerde $1,69\pm0,06$ g/100g olarak belirlemiştir. Dogan ve Bircan (2015), 100g ve üzeri gökkuşağı alabalıklarında aspartik asit değerini $1,70\pm0,05$ g/100g olarak tespit etmiştir. Çimagil, (2016) ise tez çalışmasında yaptığı amino asit analizlerinde aspartik asit değerlerini *Salmo trutta caspius*'ta ($7,05\pm3,34$ mg/100g), *Oncorhynchus mykiss*'de ($7,46\pm1,27$ mg/100g) ve *Salmo salar*'da ($3,24\pm1,52$ mg/100g) olarak belirlemiştir. Wang ve Han (2017), diploid ve triploid gökkuşağı alabalıklarında aspartik asit değerlerini diploidlerde $7,62\pm0,22$ g/100g, triploidlerde ise $8,20\pm0,32$ g/100g olarak tespit etmiştir. Bao vd. (2023) diploid ve triploid gökkuşağı alabalığı larvalarında aspartik asit değerlerini diploidlerde $2,05\pm0,09$ g/100g, triploidlerde ise $2,12\pm0,08$ g/100g olarak belirlemiştir. Tezde belirlenen aspartik asit değerleri yukarıda verilen çalışmalardan Çimagil, (2016) hariç diğerleriyle benzerlik arz etmektedir.

Glutamik asit diploid ve triploid gruplarda çalışma süresince en yüksek miktarda belirlenen amino asit olmuştur. Bu sonuç, farklı salmonid türlerinde glutamik asit miktarını diğer amino asitlerden daha yüksek miktarda belirleyen (Özden, 2005; Sabetian vd., 2012; Kaya vd., 2014; Wang vd., 2015; Dogan ve Bircan 2015; Wang ve Han 2017; Metin vd., 2024) çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir.

Amino asit analizlerinde alanin değerlerinin triploid gruplarda diploid gruplardan daha yüksek miktarlarda belirlenmiş olması Wang vd., 2015; Wang ve Han 2017 çalışmalarıyla benzerlik arz ederken, diploidlerde daha yüksek belirleyen Bao vd., 2023 çalışmasıyla farklılık göstermiştir.

Esansiyel amino asitlerden histidin amino asidinin değerleri çalışma boyunca diploid gruplarda triploid gruplara göre daha yüksek bulunmuştur. Diploid gruplar arasında ise deniz suyu grubu ön plana çıkmıştır. Bu sonuçlar histidin düzeylerini diploidlerde daha yüksek belirleyen ve balıklarda histidin metabolizmasının çevresel etkenlerden etkilendiği ve salmonların üreme göçünden önce kas dokularında histidin seviyesinin arttığını bildiren (Mommsen vd., 1980; Li vd.,2009; Wang ve Han 2017; Bao vd., 2023) alışmalarıyla benzerlik göstermiştir.

İsolösin amino asidinde çalışmanın 0. gününde tespit edilen değerler, çalışmanın 30, 60 ve 90. günlerinde tüm gruplarda azalarak devam etmiştir. Bu amino asit kas protein yapısında yer alarak kas gelişiminde, büyüme ve karkas artışında aktif rol almaktadır. Bu nedenle büyüme evresinde olan balıklarda isolsinin serbest formu az miktarda bulunmaktadır (Choo vd., 1991; Siwicki vd., 2003; Nakashima vd., 2007). Çalışmada 0. günden itibaren 90. güne kadar kazanılan boy ve ağırlık artışı nedeniyle diploid ve triploid gruplarda isolösin miktarlarının düzenli olarak azalması literatürle uygunluk göstermektedir.

Çalışmanın başlangıcında belirlenen treonin ve lösin değerleri, 30, 60 ve 90. günlerde tatlısu gruplarında inişli çıkışlı bir grafik oluştururken, deniz suyu gruplarında her geçen zaman diliminde düzenli olarak azalmıştır. Deniz suyu gruplarındaki lösin değerlerinde yaşanan bu azalma, lösin amino asidinin tuzluluk gibi çevresel stres faktörleri ile baş etme ve osmoreglasyonda doğrudan olmasa da dolaylı olarak rol almasına bağlanabilir (Li vd.,2009; Li vd.,2021). Tuzluluk nedeniyle daha fazla stres altında olan deniz suyu gruplarının tatlısu gruplarından daha fazla mukus salgılamaları kaçınılmazdır (Morgan vd., 1992; Fiordelmondo vd., 2023). Treonin, mukus üretiminde önemli bir bileşen olan msinlerin sentezinde yer almaktadır (Shephard, 1993; Dalagnol vd., 2022). Bu nedenle deniz suyu gruplarında 0. günden sonraki zaman dilimlerinde treonin miktarlarının azalması bu yöndeki literatürle anlamlı ilişki oluşturmaktadır.

Arginin değerleri, çalışma boyunca diploid ve triploid gruplarda düşük miktarlarda belirlenmiştir. Düşük arginin değerleri arginin amino asidinin birçok proteinin yapısında peptit bağı olarak yer almasına, prolin, glutamin gibi amino asitlerin ve lipaz enziminin sentezinde kullanılıyor olmasına bağlanabilir (Wu ve Morris 1998; Buentello ve Gatlin 2000; Mommsen vd., 2001; Li vd., 2009). Tezde

belirlenen düşük arginin değerleri Özden, 2005; Wang vd., 2015; Wang ve Han, 2017 çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir.

Tatlısu ve deniz suyundaki diploid ve triploid grupların yağ asidi içerikleri değerlendirildiğinde, doymuş yağ asitleri içerisinde en yüksek oranda palmitik asit belirlenmiştir. Bu sonuç; diploid ve triploid gökkuşağı alabalıklarında, Atlantik salmonunda ve Masu salmonunda en baskın doymuş yağ asidi olarak palmitik asidin belirlendiği çalışmalarla benzerlik arz etmiştir (Manor vd., 2012; Ozorio vd., 2012; Ribeiro vd., 2012; Sabetian vd., 2012; Manor vd., 2014; Wang vd., 2015; Nuez-Ortín vd., 2017; Karayucel vd., 2018; Everson vd., 2021).

Çalışmanın 0 ve 30. günlerinde Σ SFA değerlerinde gruplar arasında farklılık oluşmazken, 60 ve 90. günlerde Σ SFA değerleri triploid gruplarda daha yüksek tespit edilmiştir. Çalışma bu yönüyle, Σ SFA değerlerini triploid gökkuşağı alabalıklarında (Ribeiro vd., 2012; Manor vd., 2014; Everson vd., 2021) ve triploid Karadeniz alabalıklarında (Sonay, 2013; Sonay vd., 2024) daha yüksek belirleyen çalışmalarla benzerlik oluştururken, diploid gökkuşağı alabalıklarında daha yüksek belirleyen (Wu vd., 2020; Baki ve Öztürk, 2023) alışmalarıyla farklılık arz etmiştir.

Σ MUFA değerleri 0 ve 30. günlerde gruplar arasında benzer, 60 ve 90. günlerde triploid gruplarda daha yüksek belirlenmiştir. Triploid gruplarda daha yüksek belirlenen Σ MUFA değerleri, farklı salmonid türlerinin triploid gruplarında daha yüksek Σ MUFA değerleri belirleyen çalışmalarla (Sonay, 2013; Manor vd., 2014; Bao vd., 2023; Baki ve Öztürk 2023; Sonay vd., 2024) benzerlik gösterirken, diploid gruplarda daha yüksek Σ MUFA değerleri belirleyen (Wu vd., 2020; Li vd., 2024) alışmalarıyla farklılık göstermiştir.

Çoklu doymamış yağ asitleri toplamı çalışma süresince gruplar arasında farklılık göstermiştir. 0. günde diploid gruplarda daha yüksek Σ PUFA değerleri tespit edilirken, 30 ve 60. günlerde benzer oranlar elde edilmiştir. 90. günde ise triploid gruplarda daha yüksek Σ PUFA değerleri belirlenmiştir. Sonay (2013) ve Sonay vd. (2024), Karadeniz alabalığında Σ PUFA değerlerinin aylara göre değişim gösterdiğini bildirmiştir. Wu vd. (2020), Atlantik salmonunda diploid gruplarda daha yüksek Σ PUFA değerleri tespit ederken, Masu salmonlarında Wang vd. (2015) triploid gruplarda daha yüksek Σ PUFA değerleri belirlemiştir. Gökkuşağı alabalıklarında ise Bao vd. (2023) triploid gruplarda daha yüksek Σ PUFA değerleri belirlerken, Ribeiro

vd. (2012), Manor vd. (2014), Karayucel vd. (2018) ve Everson vd. (2021) diploid gruplarda daha yüksek Σ PUFA değerleri tespit etmişlerdir.

Balık yağlarında besinsel değerin en önemli göstergeleri $n3/n6$ ve $n6/n3$ oranlarıdır. İnsan beslenmesi için $n3/n6$ oranı 0,2-1,0 değerleri arasında olan balık yağları sağlıklı olarak kabul edilmektedir. Aynı şekilde $n6/n3$ oranında ise ideal oran 4,0 olarak bildirilmiştir (Osman vd., 2001; Özogul ve Özogul, 2007). Çalışma süresince tüm gruplarda $\Sigma n3/\Sigma n6$ oranları sağlıklı kabul edilen aralıktaki bulunmuş ve gökkuşağı ve Karadeniz alabalıklarında yapılan diğer çalışmalarda belirlenen aralıklarla rtşmştir (Sonay, 2013; Manor vd., 2014; Karayucel vd., 2018; Everson vd., 2021; Baki ve ztrk 2023; Bao vd., 2023; Sonay vd., 2024).

3.7. Sonuçlar

Bu tez çalışmasında Karadeniz alabalığında ilk defa basınç şoku yöntemiyle triploidizasyon yapılmış ve elde edilen triploid balıkların tatlısu ve deniz suyunda büyüme performansları, smoltifikasyon kabiliyetleri, besin madde, amino asit ve yağ asidi içerikleri diploid kardeşleriyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda triploidizasyonun Karadeniz alabalığındaki etkileri araştırılmıştır. Bu doğrultuda;

1. Yüksek basınç uygulamasının Karadeniz alabalıklarında döllenmeden sonra 50. dakikada yapılmasının % 100 triploid oranı elde edilmesinde başarı oranını artırdığı belirlenmiştir.

2. Uygulanacak basınç miktarının en az 9.500 psi ve üzerinde olması gerektiği ve 3-5 dakika arasında uygulanmasının yeterli olacağı tespit edilmiştir.

3. Tüm grupların kuluçka performansı değerlendirildiğinde kontrol ve kr kontrol gruplarından elde edilen çıkış oranları ve larval yaşama oranları triploidzasyon uygulamaları yapılan tüm gruplardan daha yüksek, deformasyon oranları düşük bulunmuştur. Bu doğrultuda triploidinin çıkış oranı, larval yaşama oranı ve deformasyon oranı üzerine negatif etkisi olduğu belirlenmiştir.

4. Triploid oranlarını belirlemek amacıyla eritrosit ve çekirdek ölçümleri yapılmıştır. Eritrositlerin ortalama uzunluk ve genişliği diploidlerde sırasıyla $15,39\pm0,52$ μ m ve $8,66\pm0,16$ μ m ve triploidlerde $20,31\pm0,38$ μ m ve $11,77\pm0,39$ μ m bulunmuştur. Çekirdek uzunluğu ve genişliği diploidlerde sırasıyla $7,19\pm0,27$ μ m ve

3,98±0,42 µm, triploidlerde 9,23±0,25 µm ve 4,69±0,37 µm olarak ölçülmüştür. Triploidlerin eritrosit ve çekirdek verileri diploidlerden daha yüksek bulunmuş ve triploidizasyonun eritrosit ve çekirdek uzunluk ve genişliklerini artırdığı belirlenmiştir.

5. Triploid bireylerin diploid bireylerden hem tatlısuda hem de deniz suyunda daha yüksek büyüme performansı gösterdiği belirlenmiştir. Triploid gruplar kendi arasında değerlendirildiğinde ise tatlısu grubu deniz suyu grubundan daha üstün büyüme performansı göstermiştir.

6. Tez çalışmasının başlangıcından itibaren çalışma süresince hematolojik kan parametrelerinin takip edilmesinin esas amacı diploid ve triploid grupların genel sağlık durumlarını takip etmektir. Fizyolojik ve çevresel şartlardaki değişimlere bağlı olarak dönemsel dalgalanmalar görülsede genel anlamda gruplar arasında hematolojik kan parametrelerinde benzer değerler elde edilmiş olması, çalışma süresince tüm grupların genel sağlık durumlarının benzer olduğunu göstermiştir.

7. Stresin önemli belirteçlerinden biri olan kortizol seviyeleri, tatlısu gruplarında deniz suyu gruplarına kıyasla daha düşük bulunmuştur. Bu sonuç; tuzluluğun önemli bir stres faktörü olduğu gerçeğini ön plana çıkarmıştır.

8. Smoltifikasyonun önemli göstergelerinden sodyum ve klor değerleri çalışma süresince deniz suyu gruplarında daha yüksek bulunmuştur. Maksimum sodyum değerleri diploid deniz suyu grubunda çalışmanın 7. gününde (166,67±1,45 mmol/L), triploid deniz suyu grubunda ise 17. gününde (171,33±1,20 mmol/L) tespit edilmiştir. Çalışmanın 24. gününde ise hem diploid hem de triploid gruplarda maksimum klor değerleri ölçülmüştür. Maksimum değerlerin belirlendiği günlerden sonra sodyum ve klor değerleri her geçen gün azalmış ve iyon dengesi sağlanmıştır. Triploidlerin sodyum iyon dengesini diploidlerden daha geç sağladığı tespit edilmiştir.

9. Tatlısu ve deniz suyunda büyütülen diploid ve triploid grupların besin kompozisyonu analizlerinde, triploid gruplarda diploid gruplardan daha yüksek protein ve yağ oranları tespit edilmiştir.

10. Amino asit analizlerinde, glutamik asit tüm gruplarda en yüksek miktarda belirlenen amino asit olurken, en düşük miktarda norvalin belirlenmiştir. Treonin ve histidin diploid ve triploid gruplarda en fazla miktarda belirlenen esansiyel amino asitler olurken, en az miktarda belirlenen esansiyel amino asit triptofan olmuştur.

Alanin değerleri triploid gruplarda daha yüksek bulunurken, histidin değerleri diploid gruplarda daha yüksek bulunmuştur.

11. Yağ asidi analizlerinde, tüm gruplarda en yüksek oranda belirlenen doymuşt yağ asidi palmitik asit (C16:0) olurken, en az miktarda behenik asit (C22:0) tespit edilmiştir. Elaidik asit (C18:1n-9c) diploid ve triploid gruplarda en baskın tekli doymamışt yağ asidi olarak tespit edilirken, miristoleik asit (C14:1) en az miktarda belirlenmiştir. Linoleik asit (C18:2n-6c) en yüksek oranda belirlenen çoklu doymamışt yağ asidi olmuştur. Σ SFA ve Σ MUFA değerleri triploid gruplarda daha yüksek belirlenirken Σ PUFA değerlerinde gruplar arasında bariz üstünlük oluştmamıştır. Tüm gruplarda Σ n3/ Σ n6 oranları insan beslenmesi için sağlıklı olarak kabul edilen aralıkta belirlenmiştir.

3.8. neriler

Bu alıştmanın sonuçlarına göre;

1. Triploid Karadeniz alabalığı üretiminde en az 9.500 psi basıncın döllenmeden sonra 50. dakikada 3-5 dakika süresince uygulanması önerilebilir.

2. Basınc şoku uygulamasının sebep olduğu kayıpların en aza indirilmesine yönelik daha fazla araştırtma alıştmaları yapılabilir. Bu doğrultuda uygulanması gereken basınç miktarına ıkışt süreleri alıştılarak hedeflenen basınç miktarına ulaştma sresinin yumurta kayıpları üzerine etkisinin araştırtılması faydalı olabilir.

3. Karadeniz alabalığı triploid bireylerinin hem tatlısuda hem de deniz suyunda diploidlerden daha üstün büyüme performansına sahip olmaları nedeniyle her iki su ortamında da ticari yetiştirticiliği önerilebilir. Fakat tez alıştmasında triploidlerin aynı süre içerisinde ve aynı yetiştirticilik şartlarında diploidlerden tatlısuda %69,1 deniz suyunda %40,4 oranında daha fazla ortalama ağırlık artıştı kazandığı dikkate alındığında triploid bireylerin tatlısuda yetiştirticiliğinin daha avantajlı olduğu söylenebilir. Ancak triploid bireylerin yetiştirticilik koştullarındaki olumsuz değiştımlere karştı daha hassas olduğu göz önünde bulundurularak hem tatlısu hem de deniz suyu yetiştirticilik tesislerinde türün ihtiyaçlarına uygun yetiştirticilik şartlarının sağlanması faydalı olacaktır.

4. Triploid balıkların tuzluluğa karştı diploidlerden daha hassas olmaları ve iyon dengesini daha geç sağlamaları sebebiyle deniz suyuna adaptasyon süreleri

uzamaktadır. Bu nedenle triploid Karadeniz alabalığı yetiştiriciliğinde, smolt aşamasında deniz suyuna transfer öncesinde su sıcaklığı ve ışık gibi su parametrelerinde gereken planlamalar yapılarak transfer öncesinde smoltifikasyon tetiklenmeli ve balıklar transfer için hazırlanmalıdır. Balıkların tatlısudan deniz suyuna kademeli olarak transfer edilmeleri önerilmektedir.

5. Genel olarak, triploid balıkların büyüme ve yem dönüşüm oranlarındaki avantajları, ticari yetiştiricilikte kullanım potansiyelini artırmaktadır. Ancak, triploidinin bu avantajlarının farklı türler ve çevresel koşullar altında nasıl değiştiği daha fazla araştırılabilir.

6. Triploid bireylerin balıklandırma faaliyetlerinde kullanımı ve sürdürülebilir doğal stok yönetimi açısından ileri çalışmaların yapılması yararlı olacaktır.

7. Karadeniz alabalığında, triploidizasyonun yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkilerinin tespitine yönelik olarak yapılacak çalışmaların erkeklerde 2⁺ yaşta, dişilerde 3⁺ yaşta ve üreme döneminde kas dokuda ve gonatlarda yapılması faydalı olabilir.

KAYNAKÇA

- Adhikari, S., Sarkar, B., Chatterjee, A., Mahapatra, C. T., & Ayyappan, S. (2004). Effects of cypermethrin and carbofuran on certain hematological parameters and prediction of their recovery in a freshwater teleost, *Labeo rohita* (Hamilton). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 58(29): 220-226. doi:10.1016/j.ecoenv.2003.12.003.
- Akhan, S., Delihasan Sonay F., Okumus I., Köse Ö., & Yandi I. (2011a) Inter-specific hybridization between Black Sea trout (*Salmo labrax* Pallas, 1814) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). *Aquaculture Research* 42(11):1632-1638.
- Akhan, S., Okumuş İ., Delihasan Sonay F., & Koçak N. (2010). Growth, slaughter yield and proximate composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) raised under commercial farming condition in Black Sea. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 16 (B): 291-296. doi:10.9775/kvfd.2010.2330.
- Akhan, S., Serezli, R., & Delihasan Sonay, F. (2011b). Hematology of diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Black Sea trout (*Salmo labrax* Pallas, 1814) and their F1 hybrids. *The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh*, 63, 4.
- Aksoy, M. (2000). Beslenme Biyokimyası. Hatiboğlu Yayınevi, Ankara.
- Akyurt, İ. (1993). Balık Besleme, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Alp, A., Erer, M., & Kamalak, A. (2010). Eggs Incubation, Early Development and Growth in Fry of Brown Trout (*Salmo trutta macrostigma*) and Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax*), *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, 387-394.
- AOAC. (1995). Official Method 985.14: Moisture in Meat and Poultry Products In Official Methods of Analysis of AOAC International; Cunniff, P. (Ed.), AOAC International, Arlington, VA.
- Arai, K. & Wilkins, N. (1987). Triploidization of Brown trout (*Salmo trutta*) by heat shocks, *Aquaculture*, 64, 97-103.
- Arjona, O., Millan, A., Ibarra, M., & Palacios, E. (2008). Muscle and Roe Lipid Composition in Diploid and Triploid Scallops, *Journal of Food Lipids*, 15, 407-419.
- Atamanalp, M. & Yanık, T. (2003). Alterations in hematological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to mancozeb. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27(5): 1213-1217.
- Aydın, İ. (2008). Karadeniz Kalkan Balığı (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758) Yumurta Kalitesinin Balstomer Morfolojisi ile Tahmin Edilmesi ve Triploid

Uygulamasının Yumurta Kalitesine Etkilerinin Belirlenmesi. Rize Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, Rize.

- Aydın, İ. (2021). The effect of ploidy on growth and feeding pattern of diploid and triploid turbot *Scophthalmus maximus* under communal rearing condition. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(6), 275-281.
- Babaheydari, S. B., Keyvanshokoo, S., Dorafshan, S., & Johari, S. A. (2016). Proteome changes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fertilized eggs as an effect of triploidization heat-shock treatment. *Animal Reproduction Science*, 166, 116-121.
- Baki, B. & Öztürk, D. K. (2023). Comparative Fatty Acid Compositions of Tissues of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) with Different Ploidy and Sex. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(10), 1994-2002.
- Baki, B. (2006). Gökkuşığı Alabalıklarından (*Oncorhynchus mykiss*, W., 1792) Elde Edilen Yumurtaların İki Farklı Su Kaynağında Açılma Süreleri, Larva Çıkışı ve Büyümelerinin Karşılaştırılması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora, Samsun.
- Balçık Mısır, G. (2014). Balıklarda lipitler, yağ asitleri ve bunların bazı önemli metabolik fonksiyonları. *Yunus Araştırma Bülteni*, 1, 51-61.
- Bao, S., Zhuo, L., Qi, D., Tian, H., Wang, D., Zhu, B., ... & Ma, R. (2023). Comparative study on the fillet nutritional quality of diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Reports*, 28, 101431.
- Başçınar, N. & Sonay, F. D. (2009). Balıklarda biyoteknolojik uygulamalar ve hibridasyon. *Doğal Alabalık Çalıştayı*, 22-23 Ekim, Trabzon, Türkiye.
- Baysal, A. (2002). Beslenme. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 2002.
- Bazaz, A. I., Shah, T. H., Bhat, F. A., Abubakr, A., Bhat, B. A., Malik, R., ... & Ahmad, I. (2021). Effect of heat shock on early survival rates of eggs in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) of Kashmir Himalayas. *The Pharma Innovation Journal*, 10, 937-942.
- Benfey, T. J. & Biron, M. (2000). Acute stress response in triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Aquaculture*, 184, 167-176.
- Benfey, T.J. (1999). The physiology and behavior of triploid fishes. *Reviews in Fisheries Science*, 7(1), 39-67.
- Björnsson, B. T., Stefansson, S. O., & McCormick, S. D. (2011). Environmental endocrinology of salmon smoltification. *General and Comparative Endocrinology*, 170 (2), pp.290-298.

- Blanc, J. M., Vallée, F., & Dorson, M. (2000). Survival, growth and dressing traits of triploid hybrids between rainbow trout and three charr species, *Aquaculture Research*, 31, 349-358.
- Blaxhall, P. C. (1972). The haematological assessment of the health of freshwater fish A review of selected literature. *Journal of Fish Biology*, 4 (4): 593-604. doi:10.1111/j.1095-8649.1972.tb05704.x
- Bortoletti, M., Maccatrozzo, L., Peruzzi, S., Strand, J. E. T., Jobling, M., Radaelli, G., & Bertotto, D. (2022). Dietary effects on biomarkers of growth, stress, and welfare of diploid and triploid Atlantic salmon (*Salmo salar*) during parr-smolt transformation. *Aquaculture Reports*, 24, 101123.
- Brady, J. W. (2013). Introductory food chemistry. Cornell University Press. 638 s.
- Buentello, J. A. & Gatlin, D. M. (2000). The dietary arginine requirement of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) is influenced by endogenous synthesis of arginine from glutamic acid. *Aquaculture*, 188:311–321.
- Burke, H. A. (2009). The Response of Triploid Atlantic Salmon (*Salmo salar*) To Varying Levels of Energy and Phosphorus, Master of Science, The University of New Brunswick, Canada.
- Carthy, D., Stevenson, J., & Roberts, M. (1971). Some blood parameters of the rainbow of the trout (*Salmo gairdneri*, Richardson). *Journal of Fish Biology*, 5, 1-8.
- Champe, C. P., Harvey, A. R., & Ferrier R. D. (2007). Lippincott's Illustrated Reviews Serisinden: Biyokimya, 3. Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri.
- Chapinduka, Z., Nyikahadzoi, K., & Sibanda, S. (2022). Performance evaluation of triploid rainbow trout in aquaculture systems. *Journal of Aquaculture Research*, 53(3), 185-195.
- Chernistkii, A. G. (1988). Black Sea Trout Smolts (*Salmo trutta labrax*) in the Kodori River, Abkhaz SSR Georgian SSR USSR. *Voprosy Ichtiologii*, 28 (4): 657-663, UDC 134:574.2.
- Chiasson, M. A., Pelletier, C. S., & Benfey, T. J. (2009). Triploidy and full-sib family effects on survival and growth in juvenile Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture*, 289, 244–252.
- Cho C. Y. & Bureau D. P. (1998). Development of bioenergetic models and the Fish-PrFEQ software to estimate production, feeding ration and waste output in aquaculture. *Aquatic Living Resources*, 11(4):199-210. doi:10.1016/S0990-7440(98)89002-5.
- Choo, P. S., Smith, T. K., Cho, C. Y., & Ferguson, H. W. (1991). Dietary excesses of leucine influence growth and body composition of rainbow trout. *The Journal of Nutrition*, 121(12), 1932-1939.

- Chourrout, D. (1980). Thermal induction of diploid gynogenesis and triploidy in the eggs of the rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). *Reproduction Nutrition Development*, 20(3A), 727-733.
- Chourrout, D. (1982). Gynogenesis caused by ultraviolet irradiation of salmonid sperm. *Journal of Experimental Zoology*, 223, 175-181.
- Chourrout, D. (1984). Pressure-induced retention of second polar body and suppression of first cleavage in rainbow trout: production of all-triploids, all-tetraploids, and heterozygous and homozygous diploid gynogenetics. *Aquaculture*, 36(1-2), 111-126.
- Couture, R., Schamber, T., Firmenich, A., & Banner, C. (2007). Pressure shock induction of triploid rainbow trout. *Oregon Dept. Fish and Wildlife* http://www.dfw.state.or.us/fish/OHRC/docs/2013/pubs/Pressure_Shock_Induction_of_Triploid_Rainbow_Trout.pdf (accessed 5 October 2016).
- Crouse, C., Davidson, J., May, T., Summerfelt, S., & Good, C. (2021). Production of market-size European strain Atlantic salmon (*Salmo salar*) in land-based freshwater closed containment aquaculture systems. *Aquaculture Engineering*, 92, 102138.
- Crouse, C., Knight, A., May, T. Davidson, J., & Good, C. (2023). Performance, processing yields, and fillet composition of specific United States diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) lines reared in a semi-commercial scale freshwater recirculating aquaculture system. *Aquaculture Reports*, 33, 101794.
- Crozier, W. W. & Moffett, I. J. J. (1989). Experimental production of triploid brown trout, *Salmo trutta* L., using heat shock. *Aquaculture Research*, 20(4), 343-353.
- Çakır, H. & Mater, S. (1993). Salmon Balığı ve Üretim Tekniği, Bodrum Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bodrum. Yayın No 10, 109 sayfa.
- Çakmak, E., Cankiriligil, E. C., Düzgünes, Z. D., Ozel, O. T., Eroglu, O., & Firidin, S. (2019a). Triploid Black Sea Trout (*Salmo labrax* Pallas, 1814) induced by heat shock and evaluation of triploidy with different techniques. *Genetics of Aquatic Organisms*, 3(1), 01-07.
- Çakmak, E., Çankırılıgil E. C., & Özel, O. T. (2018). The fifth culture generation of Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax*): Culture characteristics, meat yield and proximate composition. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(1): 103-110. doi:10.12714/egejfas.2018.35.1.16
- Çakmak, E., Firidin, Ş., Aksungur, N., Çavdar, Y., Kurtoğlu, İ. Z., Aksungur, M., ... & Batır, E. (2022). Improving the Reproductive Yield of Black Sea Salmon (*Salmo labrax* PALLAS, 1814) with a Selective Breeding Program. *Aquatic Sciences and Engineering*, 37(3), 161-168.

- Çakmak, E., Firidin, Ş., Eroğlu, O., Bayır, A., Aksungur, N., Özel, O. T., Aksungur, M., Çankırılıgil, E. C., Düzgüneş, Z. D., Kutlu, İ., Çavdar, Y., Ergün, H., Türe, M., Akpınar, Z., Bayır, M., Dülger, N., & Altun, E. (2019b). Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)'nın Besin İhtiyaçlarının Belirlenmesi. *Proje Sonuç Raporu (TAGEM/HAYSÜD/2011/09/01/02)* Trabzon.
- Çakmak, E., Kurtoglu, İ. Z., Çavdar, Y., Firidin, Ş., Aksungur, N., Başçınar, N., & Zengin, B. (2008). Karadeniz Alabalığının Yetiştiriciliği ve Balıklandırma Amacıyla Kullanımı. *Proje Sonuç Raporu (TAGEM/HAYSÜD/2001/07/01/20)* Trabzon.
- Çimacil, R. (2016). *Salmo trutta caspius* ile *Oncorhynchus mykiss*, *Salmo salar*, *Sparus aurata* ve *Dicentrarchus labrax* türlerinin amino asit kompozisyonlarının karşılaştırılması. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, Erzurum.
- Dalagnol, J. M., Furuya, V. R. B., Cruz, T. P., Almeida, F. L. A., Dal-Pai, M., Paula, T. G., ... & Furuya, W. M. (2022). Dietary threonine above the requirement for protein synthesis examined at the molecular level stimulates gill mucus cell production in juvenile Nile tilapia. 06 September 2022, PREPRINT (Version 1) available at Research Square. doi:10.21203/rs.3.rs-2014606/v1
- De Fonseca, R., Fjelldal, P. G., Sambras, F., Nilsen, T. O., Remø, S. C., Stien, L. H., ... & Fraser, T. W. (2022). Triploidy leads to a mismatch of smoltification biomarkers in the gill and differences in the optimal salinity for post-smolt growth in Atlantic salmon. *Aquaculture*, 546, 737350.
- Demir, N. (1996). *İhtiyoloji*. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi yayınları, Sayı: 3903, No:236, ISBN: 975-404-391-4, İstanbul, 391s.
- Dogan, G. & Bircan, R. (2015). The effects of diets containing hazelnut meal supplemented with synthetic lysine and methionine on development of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15(1), 119-126.
- Dorafshan, S., Kalbassi, M. R., Pourkazemi, M., Amiri, B. M., & Karimi, S. S. (2008). Effects of triploidy on the Caspian salmon *Salmo trutta caspius* haematology. *Fish Physiology & Biochemistry*, 34, 195-200.
- Duarte, F. O. S., de Paula, F. G., Prado, C. S., dos Santos, R. R., Minafra-Rezende, C. S., Gebara, C., & Lage, M. E. (2021). Better fatty acids profile in fillets of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) supplemented with fish oil. *Aquaculture*, 534, 736241.
- Dubé, P., Blanc, J., M., Chouinard, M., & Noüe, J. (1991). Triploidy induced by heat shock in brook trout (*Salvelinus fontinalis*), *Aquaculture*, 92, 305-311.

- Dumas, S., Audet, C., Blanc, J. M., & De la Noüe, J. (1995). Seawater acclimation of diploid and triploid brook charr (*Salvelinus fontinalis*), diploid Arctic charr (*Salvelinus alpinus*), and their diploid and triploid hybrids. *Journal of Fish Biology*, 46(2), 302-316.
- Everson, J. L., Weber, G. M., Manor, M. L., Tou, J. C., & Kenney, P. B. (2021). Polyploidy affects fillet yield, composition, and fatty acid profile in two-year old, female rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 531, 735873.
- Fago, A., Forest, E., & Weber, R. (2001). Hemoglobin and subunit multiplicity in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) hemoglobin system. *Fish Physiology and Biochemistry*, 24: 335-342. doi:10.1023/A:1015063625855
- FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. doi:10.4060/ca9229en
- FAO. (2023). Fishery and Aquaculture Statistics Yearbook 2020. FAO Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics. Rome. doi:10.4060/cc7493en
- Fazio, F. (2019). Fish hematology analysis as an important tool of aquaculture: a review. *Aquaculture*, 500, 237-242.
- Felip, A., Zanuy, S., Carrillo, M., Martinez, G., Ramos, J., & Piferrer, F. (1997). Optimal conditions for the induction of triploidy in the sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.), *Aquaculture*, 152, 287-298. doi:10.1016/S0044-8486(96)01509-8
- Fennema, O. R. (1996). Food Chemistry (3rd ed.) (Vol. 76), CRC Press, New York: Marcel Dekker.
- Fiordelmondo, E., Magi, G. E., Friedl, A., El-Matbouli, M., Roncarati, A., & Saleh, M. (2023). Effects of stress conditions on plasma parameters and gene expression in the skin mucus of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1183246.
- Firidin, Ş., Çakmak, E., & Aksungur, N. (2012). Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax*, Pallas, 1811)'nin Embriyonal Gelişiminin İncelenmesi. *Aquaculture Studies*, 2012(2), 7-16.
- Fleming, I. A. & Reynolds, J. D. (2004). Salmonid breeding systems. Evolution illuminated: salmon and their relatives, pp.264-294.
- Fraser, T. W. K., Lerøy, H., Hansen, T. J., Skjæraasen, J. E., Tronci, V., Pedrosa, C. P., ... & Nilsen, T. O. (2021). Triploid Atlantic salmon and triploid Atlantic salmon x brown trout hybrids have better freshwater and early seawater growth than diploid counterparts. *Aquaculture*, 540, 736698.
- Fraser, T. W., Hansen, T. J., Remø, S. C., Olsen, R. E., & Fjelldal, P. G. (2022). Triploid Atlantic salmon× brown trout hybrids have similar seawater growth and welfare issues as triploid Atlantic salmon, but both were heavier at harvest than their diploid counterparts. *Aquaculture*, 552, 737975.

- Fraser, T. W., Hansen, T., Skjæraasen, J. E., Mayer, I., Sambraus, F., & Fjelldal, P. G. (2013). The effect of triploidy on the culture performance, deformity prevalence, and heart morphology in Atlantic salmon. *Aquaculture*, 416, 255-264.
- Galbreath, P. F., & Thorgaard, G. H. (1995). Saltwater performance of all-female triploid Atlantic salmon. *Aquaculture*, 138(1-4), 77-85.
- Galbreath, P. F., Jean, W. S., Anderson, V., & Thorgaard, G. H. (1994). Freshwater performance of all-female diploid and triploid Atlantic salmon. *Aquaculture*, 128(1-2), 41-49. doi:10.1016/0044-8486(94)90100-7
- Golebiewska, E. M. & Poole, A. W. (2015). Platelet secretion: From haemostasis to wound healing and beyond. *Blood Reviews*, 29(3):153-162. doi:10.1016/j.blre.2014.10.003
- Göğüş, A. K. (1988). Su ürünleri işleme teknolojisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, *Ders Kitabı* No,19, Trabzon.
- Gross, M. R., Coleman, R. M., & McDowall, R. M. (1988). Aquatic productivity and the evolution of diadromous fish migration. *Science*, 239(4845), pp.1291-1293.
- Gunstone, F. (1996). Fatty Acid and Lipid Chemistry, Phycol., Aspen Publ., Chapman & Hall, New York, 1(6), 61-76.
- Gunter G., Sulya L. L., & Box B. E. (1961). Some Evolutionary Patterns in Fishes' Blood. *The Biological Bulletin* 121(2): 302-306.
- Gurure, R., Atkinson, J., & Moccia, R. D. (2007). Amino acid composition of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.) and the prediction of dietary requirements for essential amino acids. *Aquaculture Nutrition*, 13(4), 266-272.
- Gündüz, S. G., Gözü, B. B., & Baştürk, Ö. (2011). Triploit ve Diploit Alabalıkların Vücut Kompozisyonları Arasındaki Farklılıklar, *Yunus Araştırma Bülteni*, 2, 15-22.
- Gürağaç, R. (2012). Kafein Uygulaması ile Triploid Karabalık (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) Üretimi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, Hatay.
- Hamor, T., Beck, R., & Stewart J. (1996). Alternation of ploidy in rainbow trout with heat and hydrostatic pressure. *Proceedings of the 47th Annual Northwest Fish Culture Conference*, 174-186.
- Hansen, T. J., Olsen, R. E., Stien, L., Oppedal, F., Torgersen, T., Breck, O., ... & Fjelldal, P. G. (2015). Effect of water oxygen level on performance of diploid and triploid Atlantic salmon post-smolts reared at high temperature. *Aquaculture*, 435, 354-360.

- Harlioglu, A. G. (2012). Fatty acid composition, fat soluble vitamins and cholesterol content of farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Pakistan Journal of Zoology*, 44(4), 1013-1019.
- Harvey, R. A., Doan, T., Melvold, R., Viselli, S., & Waltenbaugh, C. (2013). *İmmünoloji*. Deniz, G., Ertan, G., Camcıoğlu, Y. (Çvr), Nobel Kitan evi, ISBN: 9786053350149, 376s.
- Hoar, W. S. (1988). The physiology of smolting salmonids. In *Fish Physiology* (Ed. By W.S.Hoar & D.J. Randall), pp.275-343, Acedemic press, San Diego.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., & Fırat, A. (2003). Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I, Balık Besleme Fizyolojisi ve Biyokimyası, 3. Baskı, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayayınları.
- Huss, H. H. (1988). Fresh Fish Quality and QualityChanges, FAO17-19, Rome.
- Hussain, M. G., Rao, G. P. S., Humayun, N. M., Randall, C. F., Penman, D. J., Kime, D., ... & McAndrew, B. (1995). Comparative performance of growth, biochemical composition and endocrine profiles in diploid and triploid tilapia *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture*, 138(1-4), 87-97. doi:10.1016/0044-8486(95)01079-3
- Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K., & Nakayama, T. (1996). An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids*, 31, 535-539.
- Irina, A., Guschina, J., & Harwood, L. (2006). Lipids andlipid metabolism in eukaryotic algae, *Progress in Lipid Research*, 45,160–186.
- Ivanc, A., Hasković, E., Jeremić, S., & Dekić, R. (2005). Hematological evaluation of welfare and health of fish. *Praxis veterinaria*, 53(3), 191-202.
- Jalali, M. A., Ahmadifar, E., Sudagar, M., & Azari Takami, G. (2009). Growth performance, body composition, survival and haematological change in great sturgeon (*Huso huso* Linnaeus, 1758) juveniles fed diets supplemented with different levels of Ergosan. *Aquaculture Research*, 40: 804–809. doi:10.1111/j.1365-2109.2009.02166.x.
- Jamalzadeh, H. R., Oryan, S., & Ghomi, M. R. (2008). Hematological characteristics and correlations of diploid and triploid Caspian salmon *Salmo trutta caspius* in juvenile stage. *Journal of Cell and Animal Biology*, 2 (12), 195-198.
- Jia, Z., Wang, C., Xu, H., & Bai, Q. (2010). Effects of Diets Containing Different Protein and Lipid Levels on Growth Performances and Body Composition in Diploid and Triploid Pasific Salmon *Oncorhynchus masou*. *Journal of Dalian Fisheries University*, 4, 337-342.

- Johnson, O. W., Dickhoff, W. W., & Utter, F. M. (1986). Comparative growth and development of diploid and triploid coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Aquaculture*, 57(1-4), 329-336.
- Johnstone, R. (1992). Production and Performance of Triploid Atlantic Salmon in Scotland. *Scottish Aquaculture Research Report*, Number 2, ISSN 0964 9484.
- Jungalwalla, P. J. (1991). Production of non-maturing Atlantic Salmon in Tasmania. In: V.A. Pepper [ed.]. *Proceedings of the Atlantic Canada Workshop on Methods for the Production of Non-maturing Salmonids*, Dartmouth, Nova Scotia, February 19-21.
- Kalaycıoğlu, L., Serpek, B., Nizamlioğlu, M., Başpınar, N., & Tiftik, A. (2010). *Biyokimya* (4. Baskı), Nobel Yayın Dağıtım, Ostim-Ankara.
- Kankaya, E. (1998). Gökkuşığı Alabalığında (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Isı Şoku Uygulamasıyla Triploidi Oluşturulması Üzerine Bir Araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, Van.
- Karami, A., Christianus, A., Ishak, Z., Courtenay, S. C., Syed, M. A., Noor Azlina, M., & Noorshinah, H. (2009). Effects of triploidization on juvenile African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture International*, 18, 851–858.
- Karataş, M. (2010). Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri. Karaman Bilim ve Araştırma Merkezi, Nobel Kitap Dağıtım, II. Baskı, ISSN: 978-605-89076-3-8, Ankara, 504s.
- Karayucel, I., Parlak Akyüz, A., & Dernekbaşı, S. (2018). Comparison of growth performance, biochemical and fatty acid compositions between all-female diploid and triploid rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). *Journal of Applied Ichthyology*, 34(1), 142-148.
- Kaya, Y., Erdem, M. E., & Turan, H. (2014). Monthly differentiation in meat yield, chemical and amino acid composition of wild and cultured brown trout (*Salmo trutta forma fario* Linnaeus, 1758). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14(2), 479-486.
- Keha, E. E. & Küfrevioğlu Ö. İ. (2007). *Biyokimya*. Aktif yayınevi, İstanbul, 647pp.
- Kenanoğlu, O. N., Yılmaz, S., Soytaş, N., Ergün, S., Akı, C., & Tapan, F. (2012). Determination of triploidy in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* using erythrocyte measurements. *Marine Science and Technology Bulletin*, 1(1), 17-19.
- Kendall, N. W., McMillan, J. R., Sloat, M. R., Buehrens, T. W., Quinn, T. P., Pess, G. R., ... & Zabel, R. W. (2015). Anadromy and residency in steelhead and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): a review of the processes and patterns. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 72(3), pp.319-342.1.

- Kerby, J. H. & Harell, R. M. (1990). Hybridization, Genetic Manipulation, and Gene Pool Conservation of Striped Bass, p.159-190. In R.M. Harell, J.H. Kerby & R.V. Minton [Eds.], Culture and Propagation of Striped Bass and Its Hybrids. Striped Bass Committee Southern Division American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Kızak, V., Güner, Y., Türel, M., & Kayım, M. (2013). Comparison of growth performance, gonadal structure and erythrocyte size in triploid and diploid brown trout (*Salmo trutta fario* L, 1758). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13(4).
- Korkut, A. Y., Kop A., Demirtaş N., & Cihaner A. (2007). Balık beslemede gelişim performansının izlenme yöntemleri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 24(1-2):201-205.
- Köse, Ö. (2024). Dandelion root extract in trout feed and its effects on the physiological performance of *Oncorhynchus mykiss* and resistance to *Lactococcus garvieae* infection. *Annals of Animal Science*, 24(1),161–177. doi:10.2478/aoas-2023-0072.
- Kurtoğlu, İ. Z. & Çelikkale, M. S. (2016). Culture and Releasing Potentials of Blacksea Sea Trout (*Salmo trutta labrax* L.). *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*, 1(2), 48-55.
- Kurtoğlu, İ. Z. (2002). Kahverengi alabalıkların (*Salmo trutta labrax*, L.) doğal stokları zenginleştirmek ve kültür potansiyellerini belirlemek amacıyla yoğun şartlarda üretim imkânlarının araştırılması. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora, İstanbul, 69s.
- Lagler, K. F., Bardach, J. E., & Miller, R. R. (1962). Ichthyology: The study of fishes. *John Wiley and Sons, inc.* Newyok, 545p
- Lahnsteiner, F. & Kletzl, M. (2018). Pressure shock triploidization of *Salmo trutta f. lacustris* and *Salvelinus umbla* eggs and its impact on fish development. *Theriogenology*, 115, 65-76.
- Lall, S. P. (2002). The Minerals. In: Halver J. E., Hardy R. W., Eds. Fish Nutrition (3rd ed.). Academic Press. 260-309.
- Langdon, J. S. (2019). Smoltification physiology in the culture of salmonids. *Recent Advances in Aquaculture*, 79-118.
- Leclercq, E., Taylor, J. F., Fison, D., Fjelldal, P. G., Diez-Padrisa, M., Hansen, T., & Migaud, H. (2011). Comparative seawater performance and deformity prevalence in out-of-season diploid and triploid Atlantic salmon (*Salmo salar*) post-smolts. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 158(1), 116-125.

- Lelek, A. (1980). The occurrence taxonomy and Future of trouts in North East Turkey, Report for European Committee for the Conservation of Nature and Natural Resources.
- Li, C., Chen, Z., Qin, D., Xu, G., Gao, L., Hao, Q., ... & Wang, P. (2024). Comparative metabolomics analysis based on LC-MS method reveals regulatory difference in lipid metabolism and fatty acids metabolism between diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Reports*, 35, 101933.
- Li, P., Mai, K., Trushenski, J., & Wu, G. (2009). New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. *Amino Acids*, 37(1), 43-53.
- Li, X., Zheng, S., & Wu, G. (2021). Nutrition and Functions of Amino Acids in Fish. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1285, 133-168. doi:10.1007/978-3-030-54462-1-8.
- Loopstra, D. P. & Hansen, P. A. (2008). Induction of triploidy in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using hydrostatic pressure. Alaska Department of Fish and Game, Division of Sport Fish, Research and Technical Services.
- Lopez, E., Bermejo, N., Berna-Erro, A., Alonso, N., Salido, G. M., Redondo, P. C., & Rosado, J. A. (2015). Relationship between calcium mobilization and platelet α - and δ -granule secretion. a role for trpc6 in thrombin-evoked δ -granule exocytosis. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 585: 75-81. doi:10.1016/j.abb.2015.09.012
- Ludorff, W. & Meyer, V. (1973). Fische und Fisherzeugnisse. Z. Auflage. Verlag Paul Parey in Berlin and Hamburg, 209-210.
- Lutz, C. G. (2001). Practical genetics for aquaculture. *Blackwell Science*, 235 p, 139-169.
- Lymbery, A. J. (2000). Genetic improvement in the Australian aquaculture industry. *Aquaculture Research*, 31, 145-149p.
- Madaro, A., Kjølglumb, S., Hansen, T., Fjelldal, P. G., & Stien, L. H. (2022). A comparison of triploid and diploid Atlantic salmon (*Salmo salar*) performance and welfare under commercial farming conditions in Norway. *Journal of Applied Aquaculture*, 34, 4, 1021-1035.
- Magnadóttir, B. (2006). Innate immunity of fish (overview). *Fish & Shellfish Immunology*, 20(2): 137-151.
- Mai, K., Zhang, L., Ai, Q., Duan, Q., Zhang, C., Li, H., ... & Liufu, Z. (2006). Dietary lysine requirement of juvenile seabass (*Lateolabrax japonicas*). *Aquaculture*, 258:535–542.
- Malison, J. A., Kayes, T. B., Held, J. A., Barry, T. B., & Amundson, C. H. (1993). Manipulation of ploidy in yellow perch (*Perca flavescens*) by heat shock,

- hydrostatic pressure shock, and spermatozoa inactivation. *Aquaculture*, 110, 229-242.
- Manor, M. L., Weber, G. M., Cleveland, B. M., & Kenney, P. B. (2014). Effects of feeding level and sexual maturation on fatty acid composition of energy stores in diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 418, 17-25.
- Manor, M. L., Weber, G. M., Salem, M., Yao, J., Aussanasuwannakul, A., & Kenney, P. B. (2012). Effect of sexual maturation and triploidy on chemical composition and fatty acid content of energy stores in female rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 364, 312-321.
- Mattissek, R., ShengeL, F. M., & Steiner, G. (1988). *Lebensmittel-Analytick*. Springer Verlag Berlin, Tokyo, 440p.
- Mayer, J. & Donnelly, T. M. (2013). Protein, Total. In: *Clinical veterinary advisor: birds and exotic pets*. Elsevier Health Sciences, ISBN: 9781416039693, 642-643p. doi:B978-1-4160-3969-3.00372-3.
- McAndrew, B. J., Rana, K. J., & Penman, D. J. (1993). Conservation and Preservation of Genetic Variation in Aquatic Organisms, p.295-336. In: J. F. Muir and R. J. Roberts [Eds.], *Recent Advances in Aquaculture IV*. Institute of Aquaculture, Blackwell Scientific Publications.
- McCormick, S. D., Regish, A. M., & Christensen, A. K. (2009). Distinct freshwater and seawater isoforms of Na⁺/K⁺-ATPase in gill chloride cells of Atlantic salmon. *Journal of Experimental Biology*, 212(24), pp.3994-4001.
- McDonald, D. G. & Milligan, C. L. (1992). Chemical Properties of the Blood. In: Hoar, W. S., Randall, D. J., & Farrel, A. P., Eds. *Fish Physiology: The Cardiovascular System*, Part B volume XII. Academic Press, Inc., California. 56-113.
- McGeachy, S. A., Benfey, T., & Friars, G. (1995) Freshwater performance of triploid Atlantic salmon (*Salmo salar*) in New Brunswick aquaculture. *Aquaculture*, 137(1-4), 333-341.
- McGeachy, S., O'Flynn, F., Benfey, T., & Friars, G. (1996). Seawater performance of triploid Atlantic salmon in New Brunswick aquaculture. *Bulletin-Aquaculture association of Canada*, (2), 24-28.
- Mehmetoğlu, İ. (2007). *Klinik Biyokimya Laboratuvarı El Kitabı* (4. Baskı). Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul. 409 p.
- Meng, Q., Chen, L., & Liang, H. (2022). Effect of polyploidy on growth and energy efficiency in fish. *Aquaculture Research*, 53(4), 315-323.
- Metin, Ö., Yildiz, M., Eldem, V., & Adabi, S. G. (2024). The effects of using hydrolyzed feather meal, amino acids, and probiotics in the diet of juvenile

- rainbow trout on growth, digestibility, and expression of growth-related genes. *Aquaculture International*, 1-23.
- Metin, S., Didinen, B. I., Kubilay, A., Pala, M., & Aker, İ. (2015). Determination of Anesthetic Effects of Some Medicinal Plants on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 1, 37-42.
- Mommsen, T. P., French, C. J., & Hochachka, P. W. (1980). Sites and patterns of protein and amino acid utilization during the spawning migration of salmon. *Canadian Journal of Zoology*, 58:1785–1799.
- Mommsen, T. P., Moon, T. W., & Plisetskaya, E. M. (2001). Effects on arginine on pancreatic hormones and hepatic metabolism in rainbow trout. *Physiological and Biochemical Zoology*, 74:668–678.
- Morera, F. J., Castro-Guarda, M., Nualart, D., Espinosa, G., Muñoz, J. L., & Vargas-Chacoff, L. (2021). The biological basis of smoltification in Atlantic salmon. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, 53(1), 73-82.
- Morgan, J. D., Jensen, J. O., & Iwama, G. K. (1992). Effects of salinity on aerobic metabolism and development of eggs and alevins of steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*) and fall chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Canadian Journal of Zoology*, 70(7), 1341-1346.
- Mota, V. C., Verstege, G. C., Striberny, A., Lutfi, E., Dessen, J. E., Sveen, L., ... & Bou, M. (2024). Smoltification, seawater performance, and maturation in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed different fat levels. *Frontiers in Aquaculture*, 3, 1323818.
- Nakashima, K., Yakabe, Y., Ishida, A., Yamazaki, M., & Abe, H. (2007). Suppression of myofibrillar proteolysis in chick skeletal muscles by α -ketoisocaproate. *Amino Acids*, 33:499–503.
- Nelson, D. L. & Cox, M. M. (2013). *Lehninger Biyokimyanın İlkeleri*, 5. Baskıdan Çeviri. Palme Yayınevi, Ankara.
- Nettleton, J. A. & Exler, J. (1992). Nutrients in wild and farmed fish and shellfish. *Journal Food Science*, 57, 257-260.
- Nilsen, T. O., Ebbesson, L. O., Madsen, S. S., McCormick, S. D., Andersson, E., Björnsson, B. T., ... & Stefánsson, S. O. (2007). Differential expression of gill Na^+ , K^+ -ATPase α - and β -subunits, Na^+ , K^+ , 2Cl-cotransporter and CFTR anion channel in juvenile anadromous and landlocked Atlantic salmon *Salmo salar*. *Journal of Experimental Biology*, 210(16), pp.2885-2896.
- Nishioka, R. S., Bern, H. A., Lai, K. V., Nagahama, Y., & Grau, E. G. (1982). Changes in the endocrine organs of coho salmon during normal and abnormal smoltification an electron microscope study. *Aquaculture*, 28(1-2), pp.21-38.

- Nuez-Ortín, W. G., Carter, C. G., Wilson, R., Cooke, I. R., Amoroso, G., Cobcroft, J. M., & Nichols, P. D. (2017). Triploid Atlantic salmon shows similar performance, fatty acid composition and proteome response to diploids during early freshwater rearing. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part D*, 22, 67-77. doi:10.1016/j.cbpd.2017.02.001.
- Osman, H., Suriah, A. R., & Law, E. C. (2001). Fatty Acid Composition and Cholesterol Content of Selected Marine Fish in Malaysian Waters. *Food Chemistry*, 73, 55-60.
- Ozório, R. O. A., Escorcio, C., Bessa, R. J. B., Ramos, B., & Gonçalves, J. F. M. (2012). Comparative effects of dietary l-carnitine supplementation on diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 18(2), 189-201.
- Özdemir, N., Alak, G., & Çiltaş, A., (2007). Rotifer Kültüründe Biyoteknolojik Çalışmalar. Ulusal Su Günleri, 799-806.
- Özden, O., Güner, Y., & Kızak, V. (2003). Tatlısu balık kültüründe uygulanan bazı biyoteknolojik yöntemler. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 20 (3-4) 563-574.
- Özden, Ö. (2005). Changes in amino acid and fatty acid composition during shelf-life of marinated fish. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(12), 2015-2020.
- Özogul, Y. & Özogul, F. (2007). Fatty Acid Profiles of Commercially Important Fish Species From The Mediterranean, Aegean and Black Seas, *Food Chemistry*, 100, 1634-1638.
- Parlak, A. H. (2011). Tümü Dişi Diploid ve Triploid Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) Tatlısu Ticari İşletme Koşullarında Büyüme Performanslarının Karşılaştırılması. Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, Sinop.
- Peruzzi, S., Wiborg-Dahle, S., Haffray, P., Chatain, B., & Primicerio, R. (2010). Body shape variation in meiotic gynogenetic and triploid sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquatic Living Resources*; 23 (3). ISSN 0990-7440.s 297-302.s.
- Piferrer, F., Beaumont, A., Falguière, J. C., Flajšhans, M., Haffray, P., & Colombo, L. (2009). Polyploid fish and shellfish: production, biology and applications to aquaculture for performance improvement and genetic containment. *Aquaculture*, 293(3-4), 125-156.
- Polat, A., Kandemir, S., Tokur, B., & Ozyurt, G. (2020). Fatty acid composition of tench (*Tinca tinca* L., 1758): A seasonal differentiation. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(5), 2234-2241. doi:10.22092/ijfs.2018.117830.

- Poontawee, K., Werner, C., Müller-Belecke, A., Hörstgen-Schwark, G., & Wicke, M. (2007). Flesh qualities and muscle fiber characteristics in triploid and diploid rainbow trout. *Journal of Applied Ichthyology*, 23(3), 273-275.
- Preston, A. C., Taylor, J. F., Craig, B., Bozzolla, P., Penman, D. J., & Migaud, H. (2013). Optimisation of triploidy induction in brown trout (*Salmo trutta* L.). *Aquaculture*, 414, 160-166.
- Preston, A.C. (2014). Research and development of triploid brown trout *Salmo trutta* (Linnaeus, 1758) for use in aquaculture and fisheries management. [A Thesis Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland, 256 pp.
- Purdom, C.E. (1993). Genetics and Fish Breeding. Chapman & Hall, Fish and Fisheries Series 8. ISBN: 041-2330-40-7, 281s, 146-223.
- Quillet, E., Foisil, L., Chevassus, B., Chourrout, D., & Liu, F., G. (1991). Production of All-triploid and All-female Brown Trout for Aquaculture. *Aquatic Living Resources*, 4, 27-32.
- Quinn, T. P., Chamberlin, J., & Brannon, E. L. (2011). Experimental evidence of population-specific marine spatial distributions of Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*. *Environmental Biology of Fishes*, 92, pp.313-322.
- Quinn, T. P., McGinnity, P., & Reed, T. E. (2016). The paradox of “premature migration” by adult anadromous salmonid fishes: Patterns and hypotheses. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 73(7), pp.1015-1030.
- Regost, C., Arzel, J., Cardinal, M., Laroche, M., & Kaushik, S. J. (2001). Fat Deposition and Flesh Quality in Seawater Reared, Triploid Brown Trout (*Salmo trutta*) as Affected By Dietary Fat Levels and Starvation, *Aquaculture*, 193, 325-345.
- Ribeiro, C. S., Gomes, A. D., Vieira, V. A. R. O., Tabata, Y. A., Takahashi, N. S., & Moreira, R. G. (2012). The effect of ploidy on the fatty acid profile during the reproductive cycle of female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture International*, 20, 1117-1137.
- Riley, W. D., Ibbotson, A. T., Maxwell, D. L., Davison, P. I., Beaumont, W. R. C., & Ives, M. J. (2014). Development of schooling behaviour during the downstream migration of Atlantic salmon *Salmo salar* smolts in a chalk stream. *Journal of Fish Biology*, 85(4), pp.1042-1059.
- Rutkovska, I., Medne, R., & Purviņa, S. (2019). Seawater tolerance and morphological assessment of yearling sea trout (*Salmo trutta* L.). *International Aquatic Research*, 11(3), 295-302.
- Sabetian, M., Delshad, S. T., Moini, S., Islami, H. R., & Motalebi, A. (2012). Identification of fatty acid content, amino acid profile and proximate

- composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of American Science*, 8(4), 670-677.
- Sacobie, C., Burke, H., Lall, S., & Benfey, T. (2015). The effect of dietary energy level on growth and nutrient utilization by juvenile diploid and triploid brook charr, *Salvelinus fontinalis*. *Aquaculture Nutrition*, 22(5), 1091-1100.
- Sadler, J., Wells, R. M. G., Pankhurst, P. M., & Pankhurst, N. W. (2000). Blood oxygen transport, rheology and haematological responses to confinement stress in diploid and triploid Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*, 184, 349-361.
- Samraus, F., Remen, M., Olsen, R. E., Hansen, T. J., Waagbø, R., Torgersen, T., ... & Fjellidal, P. G. (2018). Changes in water temperature and oxygen: the effect of triploidy on performance and metabolism in large farmed Atlantic salmon. *Aquaculture Environment Interactions*, 10, 157-172.
- Sandnes, K., Lie, Ø., & Waagbø, R. (1988). Normal ranges of some blood chemistry parameters in adult farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Journal of Fish Biology*, 32(1), 129-136.
- Schafhauser-Smith, D., & Benfey, T. J. (2001a). The effects of ploidy and rearing density on the growth and survival of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 192(1), 33-48.
- Schafhauser-Smith, D., & Benfey, T. J. (2001b). The reproductive physiology of three age classes of adult female diploid and triploid brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 25, 319-333.
- Serezli, R. (2004). Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Damızlık Stoklarının Sağım Zamanı, Damızlık Performansı ve Kuluçka Randımanının Belirlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora, Trabzon.
- Sheperd, J. & Bromage, N. (1990). *Intensive Fish Farming*. Oxford, BSP Professional Books.
- Shephard, K. L. (1993). Mucus on the epidermis of fish and its influence on drug delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 11(3), 403-417.
- Siwicki, A. K., Morand, M., Fuller, J. C., Nissen, S., Goryczko, K., Ostaszewski, P., ... & Glompski, E. (2003). Influence of feeding the leucine etabolite b-hydroxy b-methyl butyrate (HMB) on the non-specific cellular and humoral defence mechanisms of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Applied Ichthyology*, 19:44-48.
- Slastenenko, E. (1956). Karadeniz Havzasi balıkları:(Çeviri. H. Altan) Et ve Balık Kurumu Umum Müdürlüğü Yayını.

- Solomon, D. J. (2000). The biology and status of the Black Sea Salmon *Salmo trutta labrax*, EU Tacis Black Sea Environmental Programme. Black Sea Salmon Project. Draft report. 24 pp.
- Sonay Delihasan, F., Başçınar, N., & Akhan, S. (2021). Triploid Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax*) Production by Using Heat Shocks and Determination of Incubation Performance. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 6(4), 635-641.
- Sonay, F. D. (2008). Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)'nda Ebeveynlerin Döllenme Oranı, Kuluçka Randımanı, Larva ve Yavru Gelişimi Üzerine Etkileri. Rize Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, Rize.
- Sonay, F. D. (2013). Triploid Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) üretimi ve büyüme potansiyeli ve et kalitesinin belirlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora, Trabzon, 154s.
- Sonay, F. D., Başçınar, N., & Akhan, S. (2024). Comparison of growth, carcass and meat quality characteristics of triploid and diploid Black Sea trout (*Salmo trutta labrax*) under laboratory conditions. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 75(2).
- Song, H., Dong, T., Yan, X., Wang, W., Tian, Z., Sun, A., & Hu, H. (2023). Genomic selection and its research progress in aquaculture breeding. *Reviews in Aquaculture*, 15(1), 274-291.
- Stillwell, E. J. (1997). The Hematology, Metabolic Rate, and Aerobic Swimming Capacity of Triploid Brook Trout, PhD, University of New Brunswick, Master of Science in The Graduate Academic Unit of Biology, Canada.
- Stoskopf, M. (1993). Fish Medicine (1st Ed.). Saunders Company, Philadelphia. 882p.
- Svetovidov, A. N. (1984). *Salmonidae*. P 373-385. In P.J.P. Whitehead, M. L. Bauchot, J. C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (eds.) Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean, Unesco, Paris, Vol.1.
- Şahin, T. (2003). Su ürünleri yetiştiriciliğinde biyoteknoloji. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü. *Yunus Araştırma Bülteni*, 3,1, 2-5.
- Tabak, İ., Aksungur, M., Zengin, M., Yılmaz, C., Aksungur, N., Alkan, A., & Mısır, D. S. (2001). Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)'nın Biyo-ekolojik Özelliklerinin Tespiti ve Kültüre Alınabilirliğinin Araştırılması Proje Sonuç Raporu. Tagem. Project report, Trabzon.
- Tan, X., Sun, Z., Liu, Q., Ye, H., Zou, C., Ye, C., ... & Lin, H. (2018). Effects of dietary Ginkgo biloba leaf extract on growth performance, plasma biochemical parameters, fish composition, immune responses, liver histology, and immune and apoptosis-related genes expression of hybrid grouper (*Epinephelus*

lanceolatus♂ × *Epinephelus fuscoguttatus*♀). *Fish & Shellfish Immunology*, 72: 399–409.

- Tavares-Dias, M. (2006). Cytochemical method for staining fish basophils. *Journal of Fish Biology*, 69(1): 312-317. doi:10.1111/j.1095-8649.2006.01106.
- Taylor, J. F., Leclercq, E., Preston, A. C., Guy, D., & Migaud, H. (2012). Parr–smolt transformation in out-of-season triploid Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 362, 255-263.
- Taylor, J. F., Preston, A. C., Guy, D., & Migaud, H. (2011). Ploidy effects on hatchery survival, deformities, and performance in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 315, 61–68.
- Teskeredzic, E., Donaldson, E. M., Teskeredzic, Z., Solar, I. I., & McLean, E. (1993). Comparison of hydrostatic pressure and thermal shocks to induce triploidy in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture*, 117 (1993) 47-55.
- Teuscher, D. M., Schill, D. J., Megargle, D. J., & Dillon, J. C. (2003). Relative survival and growth of triploid and diploid rainbow trout in two Idaho reservoirs. *North American Journal of Fisheries Management* 23(3):983-988.
- Thorgaard, G. H. & Gall, G. A. (1979). Adult triploids in a rainbow trout family. *Genetics*, 93(4), 961-973.
- Thorgaard, G. H. (1986). Ploidy manipulation and performance. *Aquaculture*, 5, 57-64.
- Timur, M. (2006). *Balık Fizyolojisi*. Fen ve Biyoloji Yayınları Dizisi: 34, 1.Basım Nobel, yayın No: 957, ISBN: 975-591-943-0, 192s.
- Tiwarý, B. K., Kırubakaran, R., & Ray, A. K. (2004). The biology of triploid fish. *Reviews In Fish Biology and Fisheries*, 14: 391-402.
- Tocher, D. R. (2003). Metabolism and Functions of Lipids and Fatty Acids in Teleost Fish. *Reviews in Fisheries Science*, 11(2), 107-184.
- TÜİK. (2023). Su Ürünleri İstatistikleri. T.C. Türkiye İstatistik Kurumu. Ankara. <http://www.tuik.gov.tr>
- Van Vuren, J. H. J., Van-der Merve, M. M., & Du-Preez, H. H. (1994). The effect of copper on the blood chemistry of *Clarias gariepinus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 29(2): 187-199. doi:10.1016/0147-6513(94)90019-1.
- Wagner, E. J., Arndt, R. E., Routledge, M. D., Latremouille, D., & Mellenthin, R. F. (2006). Comparison of hatchery performance, agonistic behaviour and post stocking survival between diploid and triploid rainbow trout of three different Utah strains. *North American Journal of Aquaculture*. 68, 63-73.

- Walsh, P. J. & Mommsen, T. P. (2001). Evolutionary Considerations of Nitrogen Metabolism and Excretion. In: Wright, P. A., Anderson, P. M., Eds. Nitrogen Excretion. Academic Press. 1-30.
- Wang, C. A., Xu, Q. Y., Bai, Q. L., Yin, J. S., & Jia, Z. H. (2015). Comparison of growth performances, nutritional composition in muscle of diploid and triploid masu salmon (*Oncorhynchus masou* B., 1856). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15(1), 127-135.
- Wang, X. & Han, Y. (2017). Comparison of the proximate composition, amino acid composition and growth related muscle gene expression in diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) muscles. *Journal of Elementology*, 22(4).
- Weber, G. M., Hostuttler, M. A., Cleveland, B. M., & Leeds, T. D. (2014). Growth performance comparison of intercross-triploid, induced triploid, and diploid rainbow trout. *Aquaculture*, 433, 85-93.
- Weber, G., Wiens, G., Welch, T., Hostuttler, M., & Leeds, T. (2013). Comparison of disease resistance between diploid, induced-triploid, and intercross-triploid rainbow trout including trout selected for resistance to *Flavobacterium psychrophilum*. *Aquaculture*, 410, 66-71.
- Weber, R. E. & Voelter, W. (2004). Novel factors that regulate oxygen binding in vertebrate hemoglobins. *Micron*, 35(1-2):45-46.
- Winans, G. A. & Nishioka, R. S. (1987). A multivariate description of change in body shape of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) during smoltification. *Aquaculture*, 66(3-4), pp.235-245.
- Wolters, W. R., Libey, G. S., & Chrisman, C. L. (1982). Effect of triploidy on growth and gonad development of channel catfish. *Transactions of the American Fisheries Society*, 111(1), 102-105.
- Wu, G. & Morris, S. M. Jr. (1998). Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. *Biochemical Journal*, 336:1-17.
- Wu, Z., Xu, S., Wang, L., Wu, Q., Li, J., Liu, H., & You, F. (2020). Transcription profiles and fatty acid composition of the artificial induced triploid alevin in Atlantic salmon *Salmo salar*. *Theriogenology*, 155, 49-59.
- Yesaki, T. Y., Scheer, K. W., & Greiner, D. L. (1996). Production-scale pressure shocking of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in British Columbia. In *Proceedings of the 47th Annual Northwest Fish Conference*, 170-173.
- Yeşilayer, N., Doğan, G., Karşı, Z., & Aral, O. (2008). Triploid alabalık üretimi. I. *Ulusal Alabalık Sempozyumu*, Isparta, 14-16 Ekim.

- Yılmaz, S., Çelik, E. Ş., Kenanoğlu, O. N., & Ergün, S. (2017). Asidik stresin triploid ve diploid gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın hematolojik, immunolojik ve biyokimyasal kan parametreleri üzerine etkileri. *Alinteri Journal of Agricultural Sciences*, 32(2),17-24.
- Zuraini, A., Somchit, M. N., Solihah, M. H., Goh, Y. M., Arifah, A. K., Zakaria, M. S., ... & Mat Jais, A. M. (2006). Fatty Acid and Amino Acid Composition of Three Local Malaysian *Channa spp.* *Fish. Food Chemistry*, 97, 674-678.



ETİK KURUL KARARI



T.C.
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü -Trabzon



Trabzon 28/01/2022

Oturum : Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu 2022 Yılı 1.Oturumu
Sayı : 325.04.02-11
Proje Başlığı :Alabalık Islah Hatları Oluşturulmasında Moleküler Genetik ve Biyoteknolojik Yöntemlerin Kullanımı
Proje Yürütücüsü : Recayi ÇİMAĞİL
Proje Ekibi : Şirin FİRİDİN, Prof. Dr. İlhan ALTINOK, Prof. Dr. Saltuk Boğrahan CEYHUN, Doç. Dr. Emre KESKİN, Doç. Dr. Atilla KARŞI, Doç. Dr. Tülin ARSLAN, Doç. Dr. Halil İbrahim GÜLER, Dr. Fatma DEĞİRHAN SONAY, Dr. Mustafa Ozan ATASOY, Rafet Çağrı ÖZTÜRK, Muhammed Doğan ÖZDEMİR, Asiye Nur SALTAN, Mehmet ADIGÜZEL, İrfan Selçuk YAZICI, Esin BATIR, Zehra Duygu DÜZGÜNEŞ, İlyas KUTLU, Ayşe CEBECİ, Melike ALEMDAĞ, Dr. Mustafa TÜRK, Dr. Nihal ÇALIŞKAN, Dr. Cemil ALTUNTAŞ, Dilek FİDAN, Cüneyt ALOĞLU, Akif ÜMÜZER, Özgür AKKAN

Hayvan Çalışması : Bu çalışmanın hiçbir bölümünde:
İnsan embryosu ve fıtusu kullanılması
İnsan embryosu ve fıtusu dokularının kullanılması
Diğer insan doku ve hücrelerinin kullanılması
İnsanlarda araştırma
İnsan olmayan primatların kullanılması
Hayvanlarda genetik modifikasyon görölmemiştir.

Bu çalışmanın yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmamaktadır.

[Redacted]		
Dr. Bahri AKBEÇET Başkan Balıkçılık Teknolojisi Müh.	Dr. Mustafa TURE Başkan Yardımcısı Veteriner Hekim	Dr. Ahmet Faruk YEŞİLSU Üye Gıda Mühendisi
Üye Kimya Yük. Müh.	Üye Balıkçılık Teknolojisi Müh.	Üye Balıkçılık Teknolojisi Müh.
ATILMAZ Şirin FİRİDİN	Osman ÖZCAN Üye	Hüseyin SALİHOĞLU
[Redacted]		

Bu rapor sadece Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü birimlerinde yapılacak deneyler için geçerlidir.

Adres : Veli Ahi Yazar Cad. 14 Kağıstü, 61250 Yomra, TRABZON
Santral : (0462) 341 10 53-56
Faks : (0462) 341 11 52

Müdürlük : (0462) 341 10 54-55
E-Posta : surtae@tarimorman.gov.tr

Ayrıntılı Bilgi: Cemil ALTUNTAŞ
Tel: (0462) 341 10 53 - 3120
Web: https://arastirma.tarimorman.gov.tr/surtae